

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

Теплоенергетичний факультет

Кафедра теоретичної і промислової теплотехніки

«На правах рукопису»
УДК 669.715:621.745.012

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)

“ ” _____ 2018 р.

Магістерська дисертація

на здобуття ступеня магістра

зі спеціальності 144 «Теплоенергетика»,
спеціалізації «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

на тему: «Опалення котеджного будинку з використанням керамічних
електронагрівачів»

Виконав: студент II курсу, групи ТП – 61 м

Кошмак Олександр Русланович
(прізвище, ім'я, по батькові)

_____ (підпис)

Науковий керівник професор, д.т.н. Варламов Г.Б.
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Консультанти: з мат. моделювання к.т.н. Кутра Д.С.
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

з охорони праці к.т.н., доцент Каштанов С.Ф.
(назва розділу) (науковий ступінь, вчене звання, прізвище, ініціали)

_____ (підпис)

Рецензент _____
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали)

_____ (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації
немає запозичень з праць інших авторів без
відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Київ – 2018 року

**Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут
імені Ігоря Сікорського»**

Факультет Теплоенергетичний

Кафедра Теоретичної і промислової теплотехніки

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-науковою програмою

Спеціальність 144 «Теплоенергетика»,

Спеціалізація «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

_____ Г.Б.Варламов
(підпис) (ініціали, прізвище)

«___» _____ 2018 р.

**ЗАВДАННЯ
на магістерську дисертацію студенту**

Кошмаку Олександр Руслановичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема дисертації «Опалення котеджного будинку з використанням керамічними електронагрівачами»,

науковий керівник дисертації Варламов Геннадій Борисович, д.т.н., професор,
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «___» _____ 20__ р. № _____

2. Строк подання студентом дисертації 16.05.2018 р.

3. Об'єкт дослідження Котеджний будинок у м. Києві

4. Предмет дослідження Температурно-теплові умови роботи керамічних електронагрівачів та їх ефективність.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити Аналіз літературних джерел з керамічними електронагрівачами. Практичні розрахунки теплових втрат огороженнями та енергетичного балансу для котеджного будинку. Оцінка переходу опалення з газового на електричне. Математичне моделювання температурних полів керамічних електронагрівачів. Розробка стартап-проекту для керамічних електронагрівачів. Охорона праці.

6. Орієнтовний перелік ілюстративного матеріалу Конструкція керамічного електронагрівача. Таблиці розрахунків теплових втрат будинку. Картини розподілу температур в приміщеннях, результати обрахунку теплових потоків. Схема встановлення керамічних електронагрівачів. Порівняльні характеристики переводу опалення з газового на електричне. Схема встановлення бойлера для гарячого водопостачання. Результати математичного моделювання температурних полів керамічного електронагрівача.

7. Орієнтовний перелік публікацій Тези доповідей на науково-технічних конференціях.

8. Консультанти розділів дисертації*

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
мат. моделювання	Кутра Д.С., доцент		
охорона праці	Каштанов С.Ф., доцент		

9. Дата видачі завдання 19.03.2018 р.

Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Строк виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Літературний огляд	26.03.18 р.	
2	Методика розрахунку теплових втрат будинку.	02.04.18 р.	
3	Розрахунки керамічних електронагрівачів	10.04.18 р.	
4	Перехід опалення з газового на електричне	18.04.18 р.	
5	Підбір обладнання.	23.04.18 р.	
6	Математичне моделювання температурних полів та теплових потоків	03.05.18 р.	
7	Старттап-проект	07.05.18 р.	
8	Охорона праці	11.05.18 р.	
9	Оформлення та подання дисертації.	16.05.18 р.	

Студент

(підпис)

О.Р. Кошмак
(ініціали, прізвище)

Науковий керівник дисертації

(підпис)

Г.Б. Варламов
(ініціали, прізвище)

* Консультантом не може бути зазначено наукового керівника магістерської дисертації.

АНОТАЦІЯ

Магістерська дисертація на тему «Опалення котеджного будинку з використанням керамічних електронагрівачів»: 92 с., 44 рис., 19 табл., 4 додатки, 20 джерел.

Об'єкт дослідження - система опалення та гарячого водопостачання котеджного будинку.

Мета роботи – аналіз ефективності системи опалення котеджного будинку з використанням керамічних електронагрівачів.

Наведені результати літературного пошуку техніко - економічних передумов та перспектив впровадження керамічних електронагрівачів в Україні. Проведено оцінку ефективності систем для підтримки комфортних умов в приміщенні з використанням математичного моделювання.

Наведено порівняльний аналіз техніко-економічний аналіз ефективності різних систем опалення та визначено найбільш економічний ефект від використання керамічних електронагрівачів.

Розраховано витрати на гаряче водопостачання будинку і виконано підбір обладнання на гаряче водопостачання.

Здійснено моделювання роботи керамічного електронагрівача та температурні і теплові потоки самого електронагрівача.

Здійснено моделювання розподілу температури повітря в приміщенні, нагрітого керамічним електронагрівачем.

Ключові слова: керамічний електронагрівач, приміщення, опалення, гаряче водопостачання, холодильний коефіцієнт, економічна ефективність, витрати, повітря, електрична енергія, розподіл.

АННОТАЦИЯ

Магистерская диссертация на тему «Отопление коттеджного дома с использованием керамических электронагревателей»: 96 с., 44 рис., 19 табл., 4 приложения, 20 источников.

Объект исследования – система отопления и горячего водоснабжения коттеджного дома.

Цель работы – анализ эффективности системы отопления коттеджного дома с использованием керамических электронагревателей.

Приведенные результаты литературного поиска технико - экономических предпосылок и перспектив внедрения керамических электронагревателей в Украине. Проведена оценка эффективности систем для поддержания комфортных условий в помещении с использованием математического моделирования.

Приведен сравнительный анализ технико-экономический анализ эффективности различных систем отопления и определены наиболее экономический эффект от использования керамических электронагревателей.

Рассчитано затраты на горячее водоснабжение дома и выполнено подбор оборудования на горячее водоснабжение.

Осуществлено моделирование работы керамического электронагревателя и температурные и тепловые потоки самого электронагревателя.

Осуществлено моделирование распределения температуры воздуха в помещении, нагретого керамическим электронагревателем.

Ключевые слова: керамический нагреватель, помещения, отопление, горячее водоснабжение, холодильный коэффициент, экономическая эффективность, затраты, воздух, электрическая энергия, распределение.

ANNOTATION

Master's dissertation on the topic "Heating of a cottage building using ceramic electric heaters": 96 p., 44 figures, 19 tables, 4 annexes, 20 sources.

The object of research – the system of heating and hot water supply of the cottage. The purpose of the work is to analyze the efficiency of the heating system of a cottage building using ceramic electric heaters.

The results of literary search of technical and economic prerequisites and prospects for the introduction of ceramic electric heaters in Ukraine are presented. An estimation of efficiency of systems for maintenance of comfortable conditions in a premise with the use of mathematical modeling is carried out.

The comparative analysis of the technical and economic analysis of the efficiency of different heating systems is presented and the most economical effect from the use of ceramic electric heaters is determined.

The cost of hot water supply at the house is calculated and the selection of equipment for hot water supply is carried out.

Modeling of the work of the ceramic electric heater and the temperature and heat fluxes of the electric heater.

A simulation of the temperature distribution of the air in the room heated by a ceramic electric heater was carried out.

Keywords: ceramic electric heater, premises, heating, hot water supply, refrigeration coefficient, economic efficiency, costs, air, electric energy, distribution.

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ	8
ВСТУП.....	10
1 ОСОБЛИВОСТІ ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ КЕРАМІЧНИМИ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЧАМИ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)	11
1.1 Загальні відомості про керамічні електронагрівачі	11
1.2 Методика розрахунку керамічного нагрівача.....	15
1.3 Висновки до розділу 1	22
2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ КОТЕДЖНОГО БУДИНКУ	23
2.1 Опис будинку.....	23
2.2 Визначення теплового навантаження джерела теплопостачання будинку	25
2.3 Розрахунок витрат теплоти на гаряче водопостачання	34
2.4 Розрахунок та підбір обладнання для системи опалення та гарячого водопостачання будинку.....	35
2.5 Характеристика та особливості опалювальних приміщень	38
2.6 Висновки до розділу 2.....	39
3 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ТА ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ КЕРАМІЧНОГО ЕЛЕКТРОНАГРІВАЧА ТА ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В ПРИМІЩЕННІ.....	40
3.1 3-D модель керамічного нагрівача.....	40
3.2 Температурні поля та теплові потоки керамічного нагрівача.....	43
3.3 3-D модель внутрішніх приміщень.....	48
3.4 Температурні поля повітря в приміщеннях	54
3.5 Висновки до розділу 3.....	61
4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ	62
4.1. Загальні положення ідеї стартап – проекту	62
4.2. Резюме проекту.....	62
4.3 Види та спрямованість проекту	63
4.4 Аналіз ідеї проекту	63
4.5 Визначення характеристик ідеї проекту.....	66
4.6 Технологічний аудит ідеї проекту	67
4.7 Порівняльна характеристика системи опалення керамічних електронагрівачів та газового котла з водяною системою опалення	69

4.8 Висновки	72
5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
5.1. Технічні та організаційні рішення щодо робочих місць в приміщенні	76
5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях	81
5.3 Висновки до розділу 5	83
ВИСНОВКИ	84
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ	86
ДОДАТОК А ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ на науково-дослідну роботу	88
ДОДАТОК Б АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ	89
ДОДАТОК В СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ	90
ДОДАТОК Г ПЕРЕВІРКА МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ НА ПЛАГІАТ	92

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ, СИМВОЛІВ, СКОРОЧЕНЬ, ТЕРМІНІВ

Умовні позначення

t, T – температура;

G – масова витрата;

Q – тепловий потік, теплове навантаження, теплова потужність;

N – електрична потужність;

c – теплоємність;

ρ – густина;

F, S – площа;

V – об'ємна витрата повітря;

m – масова витрата;

a – довжина;

b – ширина;

c – висота;

w – швидкість;

U – напруга;

r – опір;

I – сила струму;

S – площа поперечного перерізу;

τ – час;

n – кількість.

Індекси

Нижні:

осн – основні;

дод – додаткові;

к. е. – керамічні електронагрівачі;

кз – коротке замикання;

пг – природний газ;

Е – економія;

пов – повітря;

сх – схема;

втр – втрати;

п – приміщення;

сум.пр. – суміжні приміщення;

ном – номінальний.

Верхні:

тн – тепловий насос.

Скорочення

ТЕЦ – Теплоелектроцентрálь;

ККД – коефіцієнт корисної дії;

ПЛАС – план локалізації та ліквідації аварійної ситуації;

ВСТУП

На сьогоднішній день опалення і гаряче водопостачання міських та приміських об'єктів здійснюється в основному від централізованих систем теплопостачання. Джерелом теплової енергії в таких системах є міські ТЕЦ, на яких здійснюється комбіноване вироблення електроенергії і тепла, або районні котельні. Централізоване теплопостачання має достатньо багато переваг. З термодинамічної точки зору комбіноване виробництво електроенергії і тепла на ТЕЦ є більш ефективним, чим роздільне.

В той же час вживання централізованих систем теплопостачання має свої недоліки і обмеження. Традиційні централізовані джерела теплопостачання характеризуються недостатньою енергетичною та низькою екологічною ефективністю. Будівництво протяжних теплотрас до віддалених об'єктів пов'язано із значними капітальними затратами і великими тепловими втратами. Тоді як електрика проведена вже в майже усі населені пункти України. До того ж, Україна виробляє більше електроенергії, ніж споживає, надлишок енергії експортує.

В Україні є відповідний досвід електроопалення. Це 15 тисяч квартир та 10 тисяч закладів соціальної сфери (школи, клуби, лікарні, дитячі садки та інші). Загальна потужність існуючого електроопалення не перевищує 200 тисяч кВтгод. Така невелика частка електроопалення в загальній системі теплопостачання країни пояснюється, в першу чергу, обмеженою пропускнуою спроможністю розподільних електромереж. Проте, у зв'язку з тим що на сьогоднішній час введено державними органами спеціальний тариф на електроопалення населення починає використовувати електричні опалювальні прилади.

Одним з напрямків електроопалення є застосування керамічних електронагрівачів – ці прилади показали що вони ефективні та дешеві, та є альтернативою опалення з використанням газового котла з водяним опаленням від нього.

1 ОСОБЛИВОСТІ ОПАЛЕННЯ ПРИМІЩЕНЬ КЕРАМІЧНИМИ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЧАМИ (ЛІТЕРАТУРНИЙ ОГЛЯД)

1.1 Загальні відомості про керамічні електронагрівачі

Перший випромінювач тепла керамічного типу був сконструйований компанією *Elstein-Werk*[1]. Його модель з базовими характеристиками, яка мала цоколь гвинтового типу, була запатентована ще в 1949 році.

Водночас (в 1950 році) сталася розробка інфрачервоного нагрівача, корпус якої мав пласку конструкцію. Такий нагрівач був певного роду прогресом, так як надавав можливість обігріву своїми тепловими променями приміщень великої площі.

В обігрівачі такого типу мається керамічна оболонка, в просторі якої прихований основний нагрівальний елемент. Нагрівальний елемент може розміщуватися під керамічною оболонкою як у повній мірі, так і частково.

Елемент, який виробляє теплові промені, - резистивного типу. Як такий елемент звичайно використовується реостатно дріт.

Керамічні інфрачервоні нагрівачі відрізняються від інших тим, що вони дозволяють більш рівномірно пропускати тепло в приміщення. Саме завдяки тому, що навколо нагрівального елемента розміщується керамічний матеріал - забезпечується більш ефективна і рівномірна передача теплової енергії в опалювальне простір.

Робота таких обігрівачів зазвичай використовує живлення від електричної мережі. Тому, вони досить прості і зручні у використанні, і на сьогоднішній день досить широко застосовуються, але в більшій мірі - в приміщеннях побутового призначення.

Інфрачервоні керамічні випромінювачі влаштовані надзвичайно просто, в них повністю відсутні скільки-небудь складні механічні або електронні вузли. Незважаючи на широке розмаїття форм виконання, їх конструкція, в принципі, однакова. Можна її розглянути на прикладі панельного випромінювача[2] і зображеного на рисунку 1.1.

Прилад збирається на базі металевого корпусу (поз. 1). Залежно від типу приладу на корпусі передбачаються ті чи інші пристосування для установки електронагрівача - кронштейни, скоби, підвіси і т.п. Для того щоб інфрачервоне випромінювання поширювалося переважно в заданому напрямку, в бік приміщення, під нагрівальним елементом зазвичай розміщений шар, що відображає (поз. 2). Сам випромінювач складається з резистивного або напівпровідникового нагрівача - спіралі, кабелю, пластин (поз. 3), який закритий, а ще частіше - повністю залитий керамічним компаундом (поз.4).

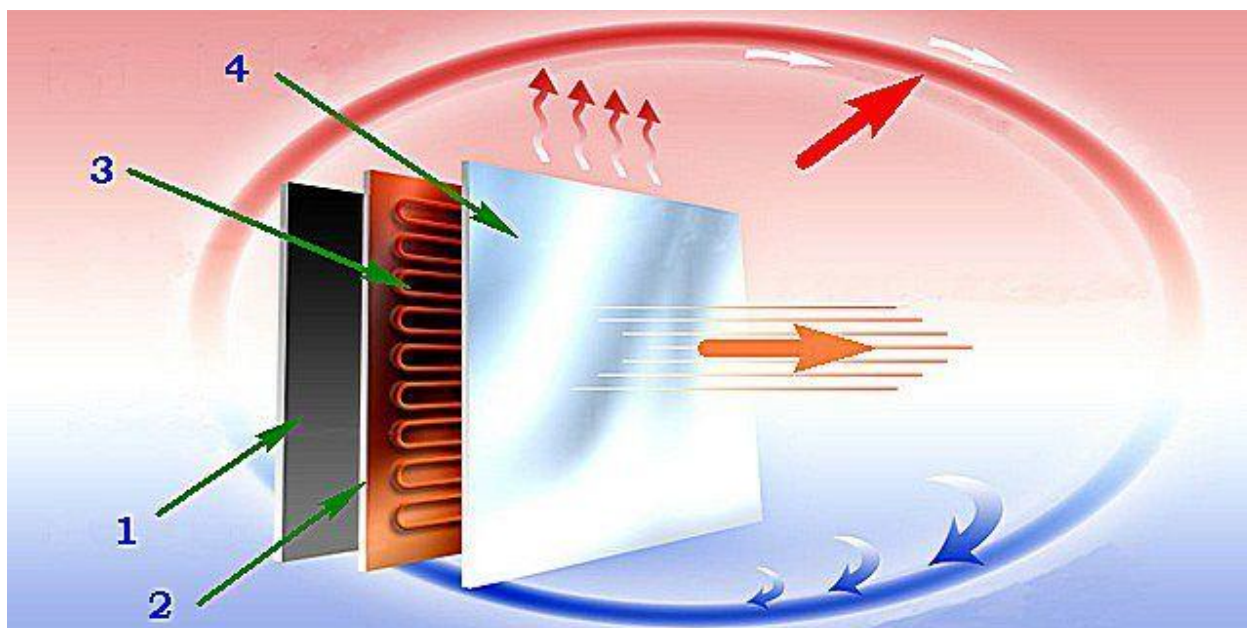


Рисунок. 1.1 – Принцип дії роботи керамічного електронагрівача

Цей досить товстий і масивний шар кераміки стає дуже ємнісним накопичувачем тепла, і ефективним джерелом інфрачервоного випромінювання, що поширюється від нього в сторону кімнати (помаранчева стрілка). До речі, це не єдиний шлях теплопередачі. Нікуди не дівається і природна конвекція нагрітого від керамічного елемента повітря. Мало того, в деяких моделях розробники передбачили ще й спеціальні вертикальні наскрізні канали в корпусі приладу - саме для посилення ефекту природної конвекції. Прогрів приміщень такими приладами здійснюється ще швидше. Конструкція проста, і тому - дуже довговічна. По суті, в ній нема чому виходити з ладу, тому що ймовірність перегорання нагрівального елемента, повністю залитого керамічним шаром, який вирізняється діелектричними властивості, дуже невисока. Як правило, подібні інфрачервоні обігрівачі не оснащуються будь-якої автоматикою - в їх стандартну комплектацію входить тільки шнур живлення, а іноді - справа і зовсім обмежується клемної коробкою для підключення проводів. Для управління такою системою обігріву частіше застосовуються виносні блоки термостата, які можуть стаціонарно встановлюватися на стіні кімнати або бути знімними, по типу перехідника для розетки.

Для управління такою системою обігріву частіше застосовуються виносні блоки термостата, які можуть стаціонарно встановлюватися на стіні кімнати або бути знімними, по типу перехідника для розетки. Такі прилади, за рахунок невеликої товщини, легко встановлюються на стіни, практично не крадучи корисної площі приміщення (Рис.1.2). Разом з тим, значна площа лицьової керамічної панелі зумовлює велику ширину спрямованого потоку випромінювання. А здатність довгохвильових ІЧ-променів

передаватися на значні відстані, якщо на шляху не зустрічається поглинаючих перешкод, при грамотному розташуванні нагрівального приладу дозволяє швидко прогріти приміщення.



Рисунок 1.2. – Розташування керамічного нагрівача в приміщенні

Керамічні електронагрівачі є чудовим рішенням для опалювання приміщень, вони поєднали в собі усі плюси конвекторів і інфрачервоних нагрівачів. Їх унікальність в тому, що лицьова сторона віддає тепло інфрачервоним випромінюванням, а тильна нагріває повітря за рахунок конвекції. Завдяки цьому будь-яке холодне приміщення дуже швидко прогріється. Такі нагрівачі споживають мало електроенергії, адже за рахунок керамічної панелі збільшується тепловіддача. Для ще більшої економії на керамічні електронагрівачі встановлюють терморегулятор, за допомогою якого можна автоматично управляти всією системою електроопалення. Налаштувавши задану температуру, він вмикатиме обігрівачі лише тоді, коли це необхідно.

Для виготовлення панелей застосовують екологічно безпечні матеріали і спеціальні жароміцні матеріали, що гарантує безпеку, а сам нагрівальний елемент надійно захищений. Керамічні нагрівачі можна використовувати для обігріву житла, садочків, шкіл, лікарень, офісів, магазинів та інших приміщень. Вони не спалюють кисень, не висушують повітря, не виділяють хімічних сполук чи неприємних запахів й абсолютно безшумні. Оригінальний дизайн керамічних обігрівачів вдало доповнить інтер'єр будь-якого стилю і навіть може стати родзинкою дизайну.

Крім того, електронагрівачі продукують цілющий сухе тепло, яке благотворно впливає на весь організм. Завдяки натуральному каменю (кераміці) під час обігріву

відбувається своєрідна стоунтерапія, що сприяє покращенню імунітету, профілактиці різноманітних захворювань та допомагає боротися зі стресом.

Іноді висока ціна на дану техніку відштовхує потенційного покупця. Але судячи з відгуків, керамічні нагрівальні елементи є кращими для дитячих кімнат і спалень, як найменш підсушуючі повітря. Багато рекомендують їх для сушіння білизни або обігріву санвузлів (наприклад — для запобігання промерзання стін в приватному будинку), так як вони не бояться вологості.

При виборі насамперед відштовхуються від площі, яка потребує прогрівання, в залежності від типу і потужності визначається найбільш підходящий варіант. В маленьку кімнату варто повісити настінний нагрівач, це заощадить вільний простір.

Переваги керамічних електронагрівачів

В умовах вітчизняного клімату особливо актуально зберігати тепло в будинках. З цієї причини фахівцями не раз проводилися тестування, анкетування і просто моніторинг, з метою виявлення оптимальних опалювальних приладів в суворих умовах середньої смуги. Результати вражають, і якщо раніше лідируючі позиції займали масляні радіатори, то останнім часом вони значно відстають від своїх керамічних побратимів. Отже:

1. Для житлових приміщень вибиралися моделі, що працюють від електрики. Відзначено, що керамічні панельні обігрівачі опалюють більшу площу, ніж масляні радіатори. При цьому керамічні радіатори споживають набагато менше електроенергії. Якщо брати в порівнянні з масляними аналогами, то рівно на одну третину.

2. Незважаючи на те що керамічні пластини мають значний вагою, але обігрівачі, зроблені з такої плитки набагато легше масляних аналогів. Це дуже важливий факт, так як в великому приміщенні періодично потрібно пересувати обігрівач. З керамічним таку операцію проводити простіше і легше. Ця перевага і при транспортуванні, наприклад, якщо потрібно вивезти радіатор на дачу.

3. Компактність моделей. З вищесказаного стає зрозумілим, що слідуючи загальному стилю в інтер'єрі, практичніше купувати настінні обігрівачі, в той час як в масляному варіанті такі моделі відсутні. Знову ж ергономічність простору. При наявності керамічного обігрівача не варто замислюватися про те, куди помістити його при теплій температурі за вікном. В крайньому випадку його можна просто повісити на стіну.

4. Безпека агрегату. Це головний критерій, на який звертають увагу покупці. Незалежно від моделі, від конфігурації і конструкції керамічного обігрівача, всі вироби оснащені додатковими функціями захисту, що дають стійку пожежна безпека. Спеціальні системи оберігають конструкцію від перегріву. Основним таким захисним елементом

служить термостат. Всі останні моделі таких обігрівачів оснащені пультом дистанційного керування.

5. Будь-яка модель підтримує як мінімум три режими роботи. При цьому будь-яка модифікація виробу працює безшумно. Варто відзначити, що керамічні обігрівачі унікальні в своєму роді виробу, які з абсолютною безпекою можна використовувати в приміщеннях підвищеної вологості.

Недоліки керамічних електронагрівачів

1.«Ставлять їм в провину» виражену інертність нагріву. Якщо, наприклад, кварцовий інфрачервоний випромінювач починає віддавати тепло практично миттєво, то керамічному необхідний час для розігріву і виходу на розрахункову потужність. Однак, це повністю окупається, по-перше, більш комфортним випромінюванням з великою довжиною хвилі. А по-друге, такий властивість можна вважати і благом - розігрітий масивний керамічний елемент - відмінний акумулятор тепла, здатний віддавати його дуже довго після відключення електроживлення (пряма аналогія з цегляної піччю, яка довго залишається гарячою після прогорання паливної закладки). Все це веде в значній сумарною економії енергії.

2. Такі прилади відрізняються чималою масою. Але так як зазвичай передбачається їх стаціонарна установка, то з цим, так би мовити, недоліком доведеться зіткнутися лише одного разу - під час монтажу.

3. Прилади, як правило, не оснащуються сучасними блоками управління. Це теж навряд чи можна сприймати, як серйозний «мінус», так як вони легко інтегруються з більшістю сучасних виносних термостатів.

1.2 Методика розрахунку керамічного нагрівача

Оскільки керамічні нагрівачі працюють за рахунок природної конвекції, то нами буде представлено нижче розрахунок природного конвективного теплообміну по вертикальній пластині.

1.2.1 Конвекційний теплообмін.

Конвекція відбувається тільки в газах і рідинах. Цей вид перенесення теплоти здійснюється при переміщенні і перемішуванні всієї маси нерівномірно нагрітої рідини або газу. Конвекційне перенесення теплоти відбувається тим інтенсивніше, чим більше швидкість руху рідини або газу, оскільки в цьому випадку за одиницю часу переміщається більша кількість часток тіла[3]. У рідинах і газах перенос теплоти

конвекцією завжди супроводжується теплопровідністю, оскільки при цьому здійснюється і безпосередній контакт часток з різною температурою.

Одночасне перенесення теплоти конвекцією і теплопровідністю називають конвективним теплообміном; він може бути вимушеним і вільним. Якщо рух робочого тіла викликаний штучно (вентилятором, компресором та ін.), то такий конвективний теплообмін називають вимушеним. Якщо ж рух робочого тіла виникає під впливом різниці щільності окремих часток рідини від нагрівання, то такий теплообмін називають вільним або природнім конвективним теплообміном.

О. Рейнольдс в своїх дослідях встановив, що при русі рідини зустрічаються два види потоку, що підкоряються різним законам. У потоці першого вигляду всі частки рухаються тільки по паралельних між собою траєкторіях і рух їх збігається з напрямом всього потоку. Рідина рухається спокійно, без пульсацій, утворюючи струмені, послідовні контурам каналу. Рух такого роду називається ламінарним.

Другий вид потоку називається турбулентним, в ньому безперервно відбувається перемішування всіх шарів рідини. Кожна частка потоку, переміщаючись уздовж каналу з деякою швидкістю, здійснює різні рухи перпендикулярно стінкам каналу. У зв'язку з цим потік є безладною масою хаотично рухомих часток. Чим більше утворюється пульсацій, завихрень, тим більше турбулентність потоку. Під час переходу ламінарного руху в турбулентний опір від тертя в каналі зростає.

Рейнольдс показав, що характер руху рідини в круглій трубі визначається величиною відношення, яка називається числом Рейнольдса і позначається Re :

$$Re = wd/\nu, \quad (1.1)$$

де w — середня швидкість рідини, м/с;

d — діаметр круглої труби, м;

ν — кінематична в'язкість рідини, м²/с.

Для каналу довільного перетину вводиться поняття еквівалентного діаметру $d_{екв}$.

Підставляючи розмірності окремих величин в число Re , легко переконатися, що він є величиною безрозмірною. До значень $Re = 2000$ потік рідини в трубі залишається ламінарним, при великих значеннях Re потік переходить в турбулентний, ламінарний потік є стійким тільки в докритичній області (до 2000). При деяких спеціальних запобіжних засобах ламінарний рух можна спостерігати при числах Re , які значно перевищують критичні. Проте такий режим руху є нестійким і при щонайменшому обуренні потоку переходить в турбулентний.

Характер руху рідини впливає на інтенсивність передачі теплоти. При ламінарному режимі і відсутності природної конвекції теплота в перпендикулярному до стінки напрямі передається тільки теплопровідністю. Кількість цієї теплоти залежить від фізичних властивостей рідини, геометричних розмірів, форми поверхні каналу і майже не залежить від швидкості.

При турбулентному русі рідини перенос теплоти поряд з теплопровідністю здійснюється перпендикулярним до поверхні каналу переміщенням часток.

Конвективний теплообмін – передача тепла, яка виконується внаслідок переносу нагрітої речовини в просторі. Механізм переносу тепла пов'язаний з переміщенням нагрітої або охолодженої маси рідини. Кількісна оцінка інтенсивності конвективного теплообміну можлива лише при врахуванні наступних факторів:

- розміри і форма тепловіддаючої поверхні;
- теплофізичні властивості рідини;
- напрям теплового потоку;
- присутність вільного або вимушеного руху.

У місцях дотику рідини і твердої поверхні передача тепла здійснюється за рахунок теплопровідності (теповіддача), цей проміжок рідини називається пограничним шаром. За границями цього шару тепло переноситься з масою рідини – конвективно.

1.2.2 Основи теорії подібності

При вивченні різних фізичних явищ застосовують два методи досліджень, які дозволяють отримати кількісні закономірності для досліджуваних явищ. У першому методі використовують експериментальне вивчення конкретних властивостей, одиничного явища, в другому виходять з теоретичного дослідження даної проблеми.

Перевагою експериментального методу дослідження є достовірність отриманих результатів. Крім того, при виконанні експерименту основну увагу можна зосередити на вивченні величин, що представляють найбільший практичний інтерес.

Основний недолік експериментального методу дослідження полягає в тому, що результати даного експерименту не можуть бути використані стосовно іншого явища, яке в деталях відрізняється від вивченого. Тому висновки, зроблені на підставі аналізу результатів даного експериментального дослідження, не допускають поширення їх на інші явища. Отже, при експериментальному методі дослідження кожен конкретний випадок повинен служити самостійним об'єктом вивчення, остання обставина є основним недоліком вказаного методу досліджень.

Другий метод дослідження для знаходження кількісних залежностей, який широко застосовується сучасною наукою, розглядається в математичній або теоретичній фізиці.

При виведенні диференціальних рівнянь теоретичної фізики використовуються спільні закони, які в свою чергу є результатом надзвичайно широкого узагальнення дослідних даних. Наближення цих спільних законів до вивчаємих явищ дозволяє отримати найбільш спільні зв'язки між фізичними параметрами явища.

Наглядним прикладом може служити виведення диференціального рівняння теплопровідності Фур'є, при якому не враховувалася конкретна обстановка явища і розглядався тільки виділений диференціальний об'єм тіла. Для виведення рівняння був потрібен єдиний дослідний факт, що перерозподіл енергії в середі можливий тільки за наявності градієнтів температури, не рівних нулю. Тому отримане диференціальне рівняння є найбільш спільним зв'язком між істотними для явища величинами і характеризує властивості, віднесені до всіх явищ даного класу (класу явищ теплопровідності). У диференціальному рівнянні немає ніяких відомостей про конкретні значення окремих величин, характерних для якого-небудь одиничного явища. Змінні, що входять до складу рівняння, можуть набувати самих різних значень, кожне з яких відповідає якомусь одиничному явищу.

Таким чином, будь-яке диференціальне рівняння (або система рівнянь) є математичною моделлю цілого класу явищ. Отже, під класом розуміється така сукупність явищ, яка характеризується однаковим механізмом процесів і однаковою фізичною природою.

Явища, які входять в клас, підкоряються однаковим рівнянням як за формою запису, так і по фізичному вмісту вхідних в нього величин.

При інтеграції будь-якого диференціального рівняння можна отримати безліч різних рішень, що задовольняють цьому рівнянню. Щоб отримати з великої кількості рішень одне, треба знати всі характерні особливості даного явища, що виділяють його зі всього класу однорідних явищ. Ці додаткові умови, які разом з диференціальним рівнянням однозначно визначають одиничне явище, називають умовами однозначності.

Умови однозначності повинні містити всі особливості даного конкретного явища. Умови однозначності характеризуються індивідуальними ознаками, що виділяють їх з цілого класу явищ. Вони складаються з:

- геометричних умов, що характеризують форму і розміри тіла або системи;
- фізичних умов, якими володіють тіла даної системи;

- граничних умов, які характеризують взаємодію системи з навколишнім середовищем, тобто необхідно знати умови протікання процесу на межах тіл;
- тимчасових умов, що характеризують протікання процесу в початковий момент часу за всім обсягом системи (для стаціонарних процесів тимчасові умови відпадають).

Диференціальні рівняння і умови однозначності визначають конкретне одиничне явище. В разі опису конвективного теплообміну із-за складності явищ, що вивчаються, знайти рішення, що задовольняє диференціальним рівнянням і умовам однозначності, неможливо.

Отже, якщо недоліком експериментального методу дослідження є неможливість поширення результатів, отриманих у даному досліді, на інші явища, що відрізняються від вивчаємого, то недоліком математичної фізики є неможливість перейти від класу явищ, що характеризуються диференціальними рівняннями і умовами однозначності, до одиничного конкретного явища. Кожен з цих методів окремо не може бути ефективно використаний для вирішення практичних завдань.

Якщо позитивні сторони математичного і експериментального методів дослідження об'єднати в одне ціле, то можна отримати універсальний апарат для вивчення різних явищ природи. Таке об'єднання обох методів здійснюється теорією подібності.

Теорія подібності дозволяє зробити з диференціальних рівнянь і умов однозначності низку висновків, не вдаючись до інтеграції, і тим самим дає теоретичну базу для постановки дослідів і обробки експериментальних даних.

1.2.3 Рівняння подібності.

Рівнянням подібності називають залежність між яким-небудь визначаємим числом подібності і іншими визначальними числами подібності.

При розрахунку теплових апаратів шуканими величинами є коефіцієнт тепловіддачі α і гідравлічний опір Δp . Конвективний теплообмін характеризується числами подібності – Nu , Pr , Gr , Re .

Залежність між числами подібності в основному визначається дослідним шляхом. В разі вимушеного руху рідини і при розвиненому турбулентному режимі вільна конвекція порівняно з вимушеною дуже мала, тому рівняння подібності тепловіддачі спрощується:

$$Nu=f(Re,Pr). \quad (1.2)$$

Для деяких газів величина числа Прандтля Pr в процесі конвективного теплообміну майже не змінюється з температурою, тому рівняння подібності приймає простіший вигляд:

$$Nu=f(Re). \quad (1.3)$$

При вільному русі рідини, коли вимушена конвекція відсутня, замість числа Рейнольдса в рівняння подібності тепловіддачі необхідно ввести число Грасгофа. Звідси отримуємо:

$$Nu=f(Gr,Pr). \quad (1.4)$$

Дослідження тепловіддачі краплинних рідин показало, що коефіцієнт тепловіддачі буде величиною, різною в умовах нагрівання і охолодження стінки. Це явище пов'язане із зміною фізичних параметрів рідини в пограничному шарі. Для отримання рівнянь подібності, однаково справедливих як для нагрівання, так і для охолодження, вводять додатково відношення:

$$t_{cm}/t_p, \quad (1.5)$$

$$\mu_{cm}/\mu_p, \quad (1.6)$$

$$Pr_{cm}/Pr_p. \quad (1.7)$$

Перше співвідношення зазвичай застосовується при розрахунку тепловіддачі газів, останні два - при розрахунку тепловіддачі краплинних рідин.

1.2.4 Тепловіддача при вільній конвекції рідини.

Вільний рух або конвективний теплообмін у вільному потоці виникає у зв'язку із зміною щільності рідини від нагрівання.

Вільна конвекція має місце, біля нагрітих стін печей, трубопроводів, біля батарей центрального опалення, в холодильниках при охолодженні продуктів і ін. Вільний теплообмін виникає в нерівномірно нагрітому газі або рідині, що знаходяться як в обмеженому, так і в необмеженому просторі. Якщо тіло має вищу температуру, ніж навколишнє середовище, то шари рідини, нагріваючись від тіла, легшають і під дією виникаючої підйомної сили підіймаються вгору, а на їх місце надходять з навколишнього простору холодніші шари. Тому і виникає вільний рух.

Розглянемо вільний теплообмін в необмеженому просторі біля вертикальної пластини. Виникаючий вільний рух рідини біля вертикальних поверхонь може бути як ламінарним, так і турбулентним. Характер руху рідини в основному залежить від температурного натиску

$$\Delta t = t_{cm} - t_p, \quad (1.8)$$

де t_{cm} — температура нагрітої поверхні;

t_p — температура нерухомої рідини далеко від поверхні.

При малих значеннях температурного натиску уздовж всієї поверхні спостерігається ламінарний рух рідини. При великих температурних натисках переважає турбулентний режим руху.

У розвитку вільного руху форма тіла грає другорядну роль. Основне значення для вільного руху рідини має довжина поверхні, вздовж якої відбувається теплообмін.

Аналітичні вирішення задач по визначенню тепловіддачі при вільному ламінарному і турбулентному русі виконані при цілій низці спрощуючих допущень, тому ці вирішення практичного застосування не отримали. Всі наші знання визначення коефіцієнта тепловіддачі в основному базуються на експерименті.

Чисельні дослідження по тепловіддачі у вільному потоці рідини були проведені з горизонтальними і вертикальними трубами, плитами і кулями. Досліди проводилися з повітрям, воднем, вуглекислотою, водою, маслом і різними органічними рідинами. Внаслідок узагальнення дослідних даних були отримані емпіричні рівняння подібності.

Для визначення середніх коефіцієнтів тепловіддачі при вільному ламінарному русі рідини вздовж вертикальних стінок можна використовувати наступні рівняння:

при $t_{cm} = const$

$$Nu_l = 0,63(Gr_l Pr)^{0,25}; \quad (1.9)$$

при $q_{cm} = const$

$$Nu_p = 0,75 (Gr_p Pr_p)^{0,25} (Pr_p/Pr_{cm})^{0,25}. \quad (1.10)$$

У цих формулах за визначальну температуру прийнята температура рідини на відстані від нагрітої поверхні, за визначальний розмір - довжина поверхні, яка відлічується від початку теплообміну.

Формули отримані для теплоносіїв з числом Прандтля від 0,7 до $3 \cdot 10^3$ і ними слід користуватися при $10^3 < Gr_p Pr_p < 10^9$.

Для визначення середніх коефіцієнтів тепловіддачі при вільному турбулентному русі рідини вздовж вертикальної стінки, яке настає при числах $Gr_p Pr > 6 \cdot 10^6$, запропонована наступна формула:

$$Nu_p = 0,15 (Gr_p Pr_p)^{0,33} (Pr_p/Pr_{cm})^{0,25} \quad (1.11)$$

Якщо $10^9 < Gr_p Pr_p < 6 \cdot 10^{10}$, то вздовж вертикальної пластини має місце перехідний режим вільного руху рідини. Перехідний режим відрізняється нестійкістю як процесу перебігу рідини, так і тепловіддачі.

Біля нижньої частини стінки в повітрі (рідині), що піднімається з невеликою швидкістю, спостерігається ламінарний рух з товщиною ламінарного пограничного

шару, яка поступово збільшується. На деякій відстані від нижнього кінця стінки по її висоті ламінарний пограничний шар починає руйнуватися, виникає локонообразний рух рідини, який поступово посилюється і переходить в: розвинений, турбулентний рух з ламінарним підшаром в безпосередній близькості від поверхні труби.

Відповідно до зміни товщини пограничного шару і характеру руху рідини біля поверхні змінюється і коефіцієнт тепловіддачі. По мірі збільшення ламінарного пограничного шару, відраховуючи від нижнього кінця стінки, коефіцієнт тепловіддачі зменшується. Мінімального значення коефіцієнт тепловіддачі досягає там, де товщина ламінарного прикордонного шару буде максимальною.

Вільна конвекція пов'язана з виникненням руху рідини, викликаного різницею щільностей холодної і гарячої серед.

Одержані нами формули характерні для плоских нагрітих поверхонь і використовуються переважно при розгляді теплообміну біля стін, вікон та інших поверхонь в приміщеннях.

1.3 Висновки до розділу 1

Для енергозабезпечення даного об'єкту необхідним і актуальним є комплексне рішення, яке б максимально використовувало потенціал електричного опалення. Таким рішенням є використання керамічних електронагрівачів для опалення та бойлера для гарячого водопостачання.

Задачею наступних розрахунків є:

1. Розроблення теплотехнічної схеми та її розрахунок.
2. Техніко – економічний розрахунок системи.
3. Розробка старт-тап проекту для системи.
4. Моделювання теплових і температурних потоків керамічного електронагрівача.

2 ТЕПЛОВИЙ РОЗРАХУНОК СИСТЕМИ ОПАЛЕННЯ ТА ГАРЯЧОГО ВОДОПОСТАЧАННЯ КОТЕДЖНОГО БУДИНКУ

2.1 Опис будинку

Сучасний двоповерховий будинок зі зручним плануванням. Вдале розміщення приміщень не дозволить перетинатися мешканцям будинку: тим, хто відпочиває на літній терасі, або обідає за кухонним столом, або ж зайнятий господарською діяльністю - так як технічні приміщення знаходяться в іншому кінці будинку.

Перший поверх – це «денна зона» з великою кухнею-вітальнею та виходом на терасу. Другий поверх – повноцінна «нічна зона» з комфортними трьома спальнями, одну з яких при необхідності можна переобладнати у власний кабінет або домашню бібліотеку. На кожному з поверхів знаходиться санвузол.

Будинок розташований у м. Київ. Зовнішні стіни складають з матеріалів наведених у таблиці 2.1 .

Таблиця 2.1 – Матеріали з яких зроблені зовнішні стіни котеджного будинку

Матеріал	Товщина, м
Гіпсокартон	0,01
Фанера	0,01*2
Роклин	0,15
Стерадур	0,05
Штукатурка	0,005

Верхні перекриття будинку зроблені з матеріалів наведені в таблиці 2.2

Таблиця 2.2 – Матеріали з яких зроблені верхні перекриття котеджного будинку

Матеріал	Товщина, м
Фанера	0,01*3
Роклин	0,15

Зовнішні двері виготовлені з дерева товщиною 0,04 м. та довжиною 3 м. та шириною 0,9 м. Вікна - двокамерні склопакети з $K_B = 1,4 \frac{Bm}{M^2K}$.

Підлога виготовлена з матеріалів, наведених в таблиці 2.3

Таблиця 2.3 Матеріали з яких зроблена підлога котеджного будинку

Матеріал	Товщина, м
Ламінат	0,005
Фанера	0,01*3
Роклин	0,15
Стерадур	0,05
Брус дерев'яний	0,01

Плани поверхів будинку показано на рисунку. 2.1 та рисунку.2.2

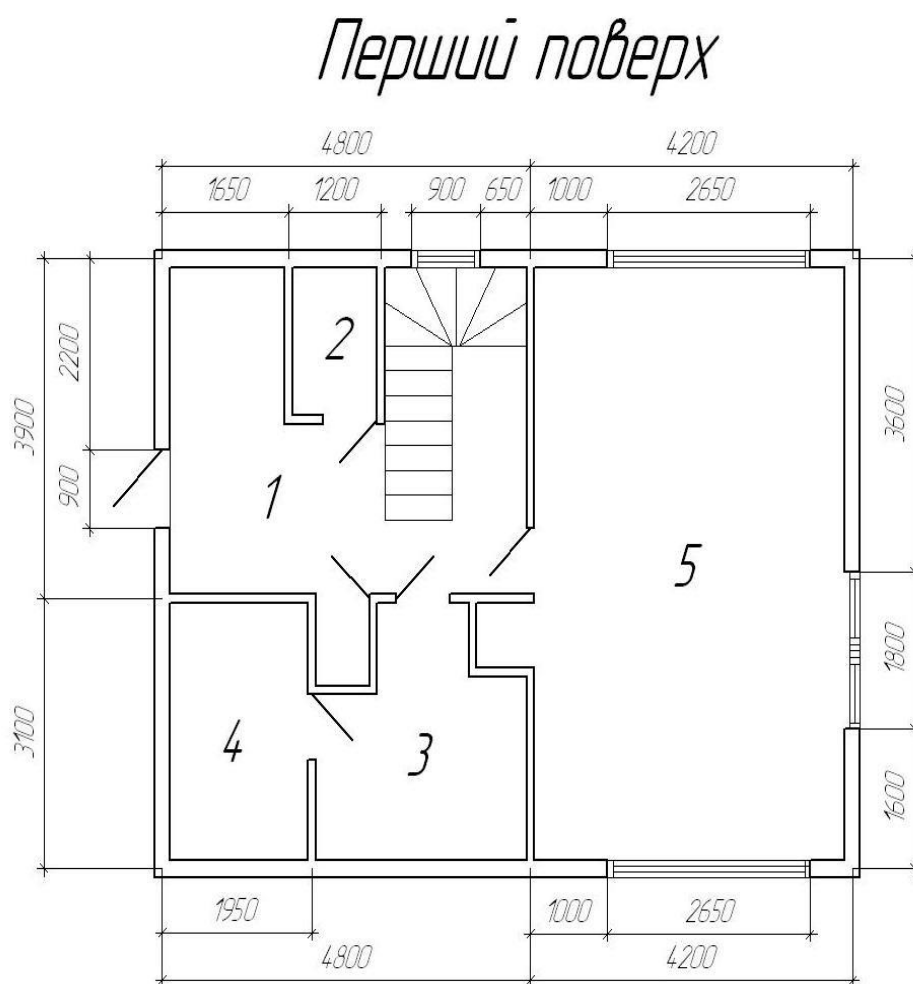


Рисунок 2.1 – План першого поверху

Другий поверх

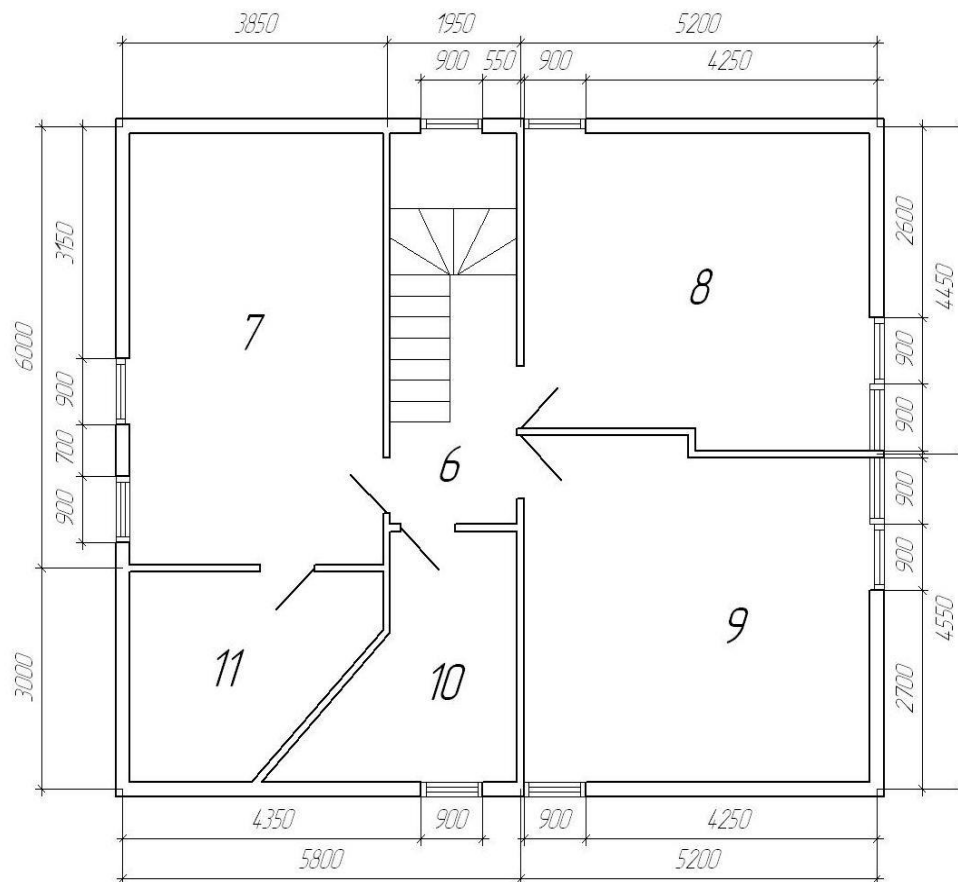


Рисунок 2.2 – План другого поверху

2.2 Визначення теплового навантаження джерела тепlopостачання будинку

2.2.1 Розрахунок теплових втрат будівлі

Кліматологічні дані для м.Київ[4]:

- Тривалість опалювального періоду $n_o = 187$ діб.
- Розрахункова температура на опалення $t_{po} = -22$ °С.
- Розрахункова температура внутрішнього повітря $t_{вн} = 20$ °С

Розрахунок ведемо точним способом (за втратами теплоти в навколишнє середовище). Тоді розрахункова витрата теплоти, Вт[5]:

$$Q_{втр} = Q_{втр}^{осн} + Q_{втр}^{дод}, \quad (2.1)$$

де $Q_{\text{втр}}^{\text{осн}}$ – основні теплові втрати.

$$Q_{\text{втр}}^{\text{осн}} = \sum K_i F_i \Delta t_i n_i = \sum \frac{1}{R_i} F_i \Delta t_i n_i, \quad (2.2)$$

де K – коефіцієнт теплопередачі через відповідне огородження, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$;

F – площа кожного елемента тепловіддаючої поверхні, м^2 ;

Δt – різниця температур внутрішнього і навколишнього повітря, $^{\circ}\text{C}$;

$$\Delta t = t_{\text{вн}} - t_{\text{п.о}}, \quad (2.3)$$

$$\Delta t = 20 - (-22) = 42^{\circ}\text{C},$$

де n – поправка на розрахункову різницю температур у залежності від геометричного положення огорожень; для вертикальних огорожень $n = 1$, для горизонтальних огорожень $n = f(\text{типу огорожень}) = 0,6 \dots 1$;

K_i – коефіцієнт теплопередачі, $\frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}$,

$$K_i = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_{\text{вн}}} + \sum \frac{\delta_i}{\lambda_i} + \frac{1}{\alpha_{\text{зовн}}}}; \quad (2.4)$$

де $\alpha_{\text{вн}}$, $\alpha_{\text{зовн}}$ – коефіцієнти тепловіддачі від внутрішнього повітря до стіни і від стіни до зовнішнього повітря відповідно; за [4]:

$$\alpha_{\text{вн}} = 8,7 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}, \quad \alpha_{\text{зовн}} = 23,2 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}};$$

δ_i – товщина різних шарів, що складають огородження, м ;

λ_i – теплопровідність відповідних шарів огорожень, $\text{Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$.

Конструкція зовнішніх стін:

- Гіпсокартон: $\delta = 0,01 \text{ м}$, $\lambda = 0,15 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- Фанера: $\delta = 0,01 \text{ м}$, $\lambda = 0,13 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- Роклин: $\delta = 0,15 \text{ м}$, $\lambda = 0,039 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- Фанера: $\delta = 0,01 \text{ м}$, $\lambda = 0,13 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- Стерадур: $\delta = 0,05 \text{ м}$, $\lambda = 0,041 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- Штукатурка: $\delta = 0,005 \text{ м}$, $\lambda = 0,7 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$.

$$K_c = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,7} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{0,01}{0,15} + \frac{1}{23,2}} = 0,19 \frac{\text{Вт}}{\text{м}^2 \cdot \text{К}}.$$

Конструкція перекриттів:

- Фанера: $\delta = 0,01 \text{ м}$, $\lambda = 0,13 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;
- Повітря: $\delta = 0,1 \text{ м}$, $\lambda = 0,024 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$;

- Фанера: $\delta = 0,01$ м, $\lambda = 0,13$ Вт/(м·К);
- Роклин: $\delta = 0,15$ м, $\lambda = 0,039$ Вт/(м·К);
- Фанера: $\delta = 0,01$ м, $\lambda = 0,13$ Вт/(м·К);

$$K_{cm} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{0,1}{0,024} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{1}{23,2}} = 0,12 \frac{Bm}{m^2 K}.$$

Двері:

- Дерево: $\delta = 0,04$ м, $\lambda = 0,2$ Вт/(м·К);

$$K_d = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,04}{0,2} + \frac{1}{23,2}} = 2,79 \frac{Bm}{m^2 K}$$

Вікна: двокамерні склопакети з $K_B = 1,4 \frac{Bm}{m^2 K}$.

Підлога:

- Ламінат: $\delta = 0,005$ м, $\lambda = 0,18$ Вт/(м·К);
- Брус дерев'яний: $\delta = 0,05$ м, $\lambda = 0,2$ Вт/(м·К);
- Повітря: $\delta = 0,1$ м, $\lambda = 0,024$ Вт/(м·К);
- Фанера: $\delta = 0,01$ м, $\lambda = 0,13$ Вт/(м·К);
- Роклин: $\delta = 0,15$ м, $\lambda = 0,039$ Вт/(м·К);
- Фанера: $\delta = 0,01$ м, $\lambda = 0,13$ Вт/(м·К);
- Стерадур: $\delta = 0,05$ м, $\lambda = 0,041$ Вт/(м·К);
- Фанера: $\delta = 0,01$ м, $\lambda = 0,13$ Вт/(м·К);

$$K_{\Pi} = \frac{1}{\frac{1}{8,7} + \frac{0,005}{0,18} + \frac{0,05}{0,2} + \frac{0,1}{0,024} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{0,15}{0,039} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{0,05}{0,041} + \frac{0,01}{0,13} + \frac{1}{23,2}} = 0,101 \frac{Bm}{m^2 K}$$

$Q_{втр}^{доп}$ – додаткові теплові втрати на:

- орієнтацію за сторонами світу;
- наявність двох кутових стін;
- інфільтрацію зовнішнього повітря через нещільності в огороженнях.

Проводимо розрахунок теплових втрат для кожного приміщення

Приміщення 1

В приміщенні є дві зовнішні стіни з орієнтацією: перша – на схід; друга – на південь; вікно і входні двері.

Площа поверхні першої зовнішньої стіни:

$$F_1 = H \cdot l - F_{дв}, \quad (2.5)$$

де H - висота стіни, $H = 2,2$ м;

l - довжина стіни, м;

$F_{\text{дв}}$ - площа дверей, м².

$$F_1 = 2,2 \cdot 3,9 - 1,8 = 6,78 \text{ м}^2$$

Площа поверхні другої зовнішньої стіни:

$$F_2 = H \cdot l \quad (2.6)$$

$$F_2 = 2,2 \cdot 3,6 = 7,92 \text{ м}^2$$

Основні теплові втрати визначаємо за формулою (2.2)

Стіна 1

$$Q_{\text{вт1}}^{\text{осн}} = 0,19 \cdot 6,72 \cdot 42 \cdot 1 = 53,6 \text{ Вт.}$$

Стіна 2

$$Q_{\text{вт2}}^{\text{осн}} = 0,19 \cdot 7,92 \cdot 42 \cdot 1 = 63,2 \text{ Вт.}$$

Вікна

$$Q_{\text{вт3}}^{\text{осн}} = 1,4 \cdot 1,44 \cdot 42 \cdot 1 = 84,7 \text{ Вт.}$$

Двері

$$Q_{\text{вт4}}^{\text{осн}} = 2,79 \cdot 1,8 \cdot 42 \cdot 1 = 210,9 \text{ Вт.}$$

Підлога

$$Q_{\text{вт5}}^{\text{осн}} = 0,101 \cdot 17 \cdot 42 \cdot 1 = 72,11 \text{ Вт.}$$

Сумарні теплові втрати приміщення 1:

$$\sum Q_{\text{вт}}^{\text{осн}} = Q_{\text{вт1}}^{\text{осн}} + Q_{\text{вт2}}^{\text{осн}} + Q_{\text{вт3}}^{\text{осн}} + Q_{\text{вт4}}^{\text{осн}} + Q_{\text{вт5}}^{\text{осн}} \quad (2.7)$$

$$\sum Q_{\text{вт}}^{\text{осн}} = 53,6 + 63,2 + 84,7 + 210,9 + 72,11 = 484,51 \text{ Вт}$$

Аналогічний розрахунок проводимо для кожного приміщення, результати розрахунків зводимо в таблицю 2.4.

Таблиця 2.4 – Основні теплові втрати для кожного приміщення.

№ приміщення	Зовнішня конструкція	$K, \frac{Вт}{м^2К}$	$F, м^2$	$\Delta t, ^\circ C$	n	$Q_{вт}^{осн}, Вт$
1	2	3	4	5	6	7
1	Стіна 1	0,19	12,75	42	1	53,6
	Стіна 2	0,19	9,39	42	1	63,2
	Вікна	1,4	1,44	42	1	84,7
	Двері	2,79	1,8	42	1	210,9
	Підлога	0,101	17	42	1	72,11
Сумарні теплові втрати приміщення 1: $\sum Q_{вт}^{осн}$						484,51
2	Стіна 1	0,19	2,64	42	1	37,02
	Підлога	0,101	2,8	42	1	11,88
Сумарні теплові втрати приміщення 2: $\sum Q_{вт}^{осн}$						48,9
3	Стіна 4	0,19	6,27	42	1	50,04
	Підлога	0,101	7,7	42	1	32,66
Сумарні теплові втрати приміщення 3: $\sum Q_{вт}^{осн}$						82,7
4	Стіна 4	0,19	4,29	42	1	34,23
	Підлога	0,101	6,2	42	1	26,3
Сумарні теплові втрати приміщення 4: $\sum Q_{вт}^{осн}$						60,53

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7
5	Стіна 2	0,19	5	42	1	39,9
	Стіна 3	0,19	7,56	42	1	60,33
	Стіна 4	0,19	5	42	1	39,9
	Вікна	1,4	3*4,24	42	1	747,94
	Двері	2,79	2*1,8	42	1	421,85
	Підлога	0,101	29,3	42	1	124,29
Сумарні теплові втрати приміщення 5: $\sum Q_{\text{вт}}^{\text{очн}}$						1434,21
6	Стіна 2	0,19	2,49	42	1	19,87
	Двері	2,79	1,8	42	1	210,9
	Підлога	0,101	1,54	42	1	6,53
	Перекриття	0,12	12,17	42	0,6	36,8
Сумарні теплові втрати приміщення 6: $\sum Q_{\text{вт}}^{\text{очн}}$						274,1
7	Стіна 1	0,19	9,96	42	1	79,48
	Стіна 2	0,19	8,47	42	1	67,6
	Двері	2,79	1,8	42	1	210,9
	Вікно	1,4	1,44	42	1	84,7
	Підлога	0,101	7,06	42	1	29,95
	Перекриття	0,12	25,08	42	0,6	75,84
Сумарні теплові втрати приміщення 7: $\sum Q_{\text{вт}}^{\text{очн}}$						548,17
8	Стіна 2	0,19	7,55	42	1	60,25
	Стіна 3	0,19	6,55	42	1	52,27

Продовження таблиці 2.4

1	2	3	4	5	6	7
8	Двері	2,79	2*1,8	42	1	421,85
	Вікно	1,4	1,44	42	1	84,7
	Підлога	0,101	6,96	42	1	29,52
	Перекриття	0,12	24,37	42	0,6	73,69
Сумарні теплові втрати приміщення 8: $\sum Q_{\text{вт}}^{\text{осн}}$						722,28
9	Стіна 3	0,19	6,77	42	1	54,02
	Стіна 4	0,19	10	42	1	79,8
	Двері	2,79	1,8	42	1	210,9
	Вікно	1,4	2*1,44	42	1	169,4
	Підлога	0,101	6,98	42	1	21,61
	Перекриття	0,12	25,45	42	0,6	79,98
Сумарні теплові втрати приміщення 9: $\sum Q_{\text{вт}}^{\text{осн}}$						615,71
10	Стіна 4	0,19	7,14	42	1	56,98
	Вікно	1,4	1,44	42	1	84,7
	Підлога	0,101	2,7	42	1	11,45
	Перекриття	0,12	10,18	42	0,6	30,78
Сумарні теплові втрати приміщення 10: $\sum Q_{\text{вт}}^{\text{осн}}$						183,91
11	Стіна 1	0,19	6,6	42	1	52,67
	Стіна 4	0,19	4,18	42	1	33,36
	Підлога	0,101	3,36	42	1	14,25
	Перекриття	0,12	10,6	42	0,6	32,05
Сумарні теплові втрати приміщення 11: $\sum Q_{\text{вт}}^{\text{осн}}$						132,33
Сумарні теплові втрати будинку: $\sum Q_{\text{вт}}^{\text{осн}}$						4587,35

Відсоток додаткових втрат, %

$$K_{\text{дод}} = K_{\text{ор}} + K_{\text{к}} + K_{\text{інф}}, \quad (2.8)$$

де $K_{\text{ор}}$ – відсоток додаткових втрат теплоти на орієнтацію приміщення по сторонам світу, %:

північ – 10; південь – 0; захід – 5; схід – 10;

$K_{\text{к}}$ – відсоток додаткових втрат теплоти на наявність двох чи більше зовнішніх стін у приміщенні, %:

дві зовнішні стіни – 5; три зовнішні стіни – 10;

$K_{\text{інф}}$ – відсоток додаткових втрат теплоти на інфільтрацію зовнішнього повітря, %:

для вікон – 15; для стін та дверей – 0.

Знайдемо $K_{\text{дод}}$ для кожного приміщення по формулі (2.8).

Приміщення 1:

стіна 1 – 10%; стіна 2 – 0%;

зовнішні вікна – 15%; наявність кутових стін – 5%.

$$K_{\text{дод}} = 10 + 0 + 15 + 5 = 30\%$$

Аналогічний розрахунок проведемо по формулі (2.8) для всіх інших приміщень і результати зведемо в таблицю 2.5.

Повні втрати теплоти

$$Q_{\text{п}} = \left(\frac{K_{\text{дод}}}{100} + 1 \right) \cdot Q_{\text{вт}}^{\text{осн}} \quad (2.9)$$

Приміщення 1

$$Q_{\text{п}} = \left(\frac{30}{100} + 1 \right) \cdot 484,51 = 629,86 \text{ Вт}$$

Аналогічний розрахунок проведемо за формулою (2.9) для всіх інших приміщень і результати зведемо в таблицю 2.5.

Таблиця 2.5 – Додаткові теплові втрати у % до основних для приміщень

Приміщення	Ст1	Ст2	Ст3	Ст4	Зовнішні вікна	Наявність стіл	Сумарні додаткові втрати, %	Повні втрати теплоти, Вт
1	10	0	-	-	15	5	30	629,86
2	-	0	-	-	-	-	0	48,9
3	-	0	-	10	-	-	10	90,97
4	10	0	-	10	-	5	25	75,66
5	-	0	5	10	15	10	40	2007,89
6	-	0	-	-	-	-	0	274,1
7	10	0	-	-	15	5	30	712,62
8	-	0	5	-	15	5	25	902,85
9	-	0	5	10	15	5	35	831,21
10	-	0	-	10	15	-	25	229,89
11	10	0	-	10	-	5	25	165,41
Сумарні повні втрати теплоти: $\sum Q_{\text{п}}$								5969,36

2.2.2 Середня витрата теплоти на опалення

Середня витрата теплоти на опалення визначається за формулою:

$$Q_o^{\text{cp}} = Q_o \frac{t_{\text{вн}} - t_{\text{cp.o}}}{t_{\text{вн}} - t_{\text{p.o.}}}, \quad (2.10)$$

де $t_{\text{вн}}$ – температура внутрішнього повітря, °C; за [4] для житлових приміщень $t_{\text{вн}} = 20$ °C;

$t_{\text{cp.o}}$ – середня температура за опалювальний період, °C; згідно з [4] для міста Києва $t_{\text{cp.o}} = -1,1$ °C;

$t_{\text{p.o.}}$ – розрахункова температура зовнішнього повітря на опалення, °C; для Києва $t_{\text{p.o.}} = -22$ °C [4] .

$$Q_o^{\text{cp}} = 5969,36 \cdot \frac{20 - (-1,1)}{20 - (-22)} = 2998,89 \text{ Вт.}$$

2.2.3 Річна витрата теплоти на опалення

$$Q_o^{piq} = Q_o^{cp} \cdot n_0 \cdot 24 \cdot 3600, \quad (2.11)$$

де n_0 – тривалість опалювального періоду, діб; за [4] для міста Києва $n_0 = 187$ діб.

$$Q_o^{piq} = 2998,89 \cdot 187 \cdot 24 \cdot 3600 = 4,845 \cdot 10^7 \text{ кДж/рік}.$$

2.3 Розрахунок витрат теплоти на гаряче водопостачання

В будинку проживає сім'я, що складається з чотирьох чоловік. Число днів опалювального сезону $n_0 = 187$ день.

Проектна по нормам витрата теплоти на гаряче водопостачання.

$$Q_{ГВП} = 1,395 \frac{m \cdot (a + b) \cdot (55 - t_{x.в.})}{24}, \quad (2.12)$$

де 1,395 – коефіцієнт, яким враховують тепловіддачу в приміщення від трубопроводів систем гарячого водопостачання (опалення ванних кімнат і приміщень для сушіння білизни);

$m = 4$ – кількість жителів;

$a = 85$ кг/добу – норма витрати води в кілограмах при температурі 55°C для житлових будівель на одну людину за добу згідно із [5];

$b = 0$ кг/добу – норма витрати води в кілограмах при температурі 55°C для всіх громадських будівель;

$t_{xв} = t_{xз} = 5^\circ\text{C}$ – середня температура водопровідної води в опалювальний період;

$$Q_{ГВП} = 1,395 \frac{4 \cdot (85 + 0) \cdot (55 - 5)}{24} = 988,13 \text{ Вт}$$

2.3.1 Середня витрата теплоти на гаряче водопостачання в літній період.

$$Q_{ГВП}^л = Q_{ГВП} \cdot \frac{55 - t_{x.л.}}{55 - t_{x.в.}} \cdot \beta, \quad (2.13)$$

де $t_{xл} = 15^\circ\text{C}$ – середня температура холодної води у літній період;

($\beta = 0,8$ - коефіцієнт, яким ураховують зниження середньої витрати води на гаряче водопостачання у літній період відносно опалювального.

$$Q_{ГВП}^л = 988,13 \cdot \frac{55 - 15}{55 - 5} \cdot 0,8 = 632,4 \text{ Вт}.$$

2.3.2 Річна витрата теплоти на гаряче водопостачання будинку

$$Q_{ГВП}^p = 24 \cdot [Q_{ГВП} \cdot n_0 + Q_{ГВП}^л \cdot (350 - n_0)] \cdot 3600 \quad (2.14)$$

де 350 – число робочих діб системи гарячого водопостачання у році з урахуванням п'ятнадцятиденної перерви на ревізію та ремонт теплових мереж.

$$Q_{\text{ГВП}}^p = 24[988.13 \cdot 195 + 632 \cdot (350 - 195)] \cdot 3600 = 2,5 \cdot 10^{10} \text{ Дж/рік.}$$

2.4 Розрахунок та підбір обладнання для системи опалення та гарячого водопостачання будинку

2.4.1 Розрахунок та підбір обладнання для системи опалення будинку

Виконаємо підбір керамічних електронагрівачів, які забезпечуватимуть теплове навантаження на опалення до значення температури зовнішнього повітря $t_{\text{p.o.}} = -22^\circ\text{C}$.

Необхідна електрична потужність керамічних електронагрівачів буде становити:

$$N_{\text{к.е.}} = Q_o, \text{ Вт} \quad (2.15)$$

$$N_{\text{к.е.}} = 5969,36 \text{ Вт}$$

За необхідною тепловою потужністю $N_{\text{к.е.}} = 6 \text{ кВт}$ вибираємо для системи опалення керамічні електронагрівачі фірми *LIFEX*[6].

Технічні характеристики даних керамічних електронагрівачів наведені в таблиці 2.6

В приміщення 2,3,4,6,10,11 встановлюємо по одному керамічному електронагрівачу типу *LIFEX* КОП450, тоді як у приміщенні 1,7,8,9 по одному керамічному електронагрівачу типу *LIFEX* КОП900, а в приміщенні 5 буде встановлено 3 керамічних електронагрівачі типу *LIFEX* КОП900.

Таблиця 2.6 – Технічні характеристики *LIFEX*

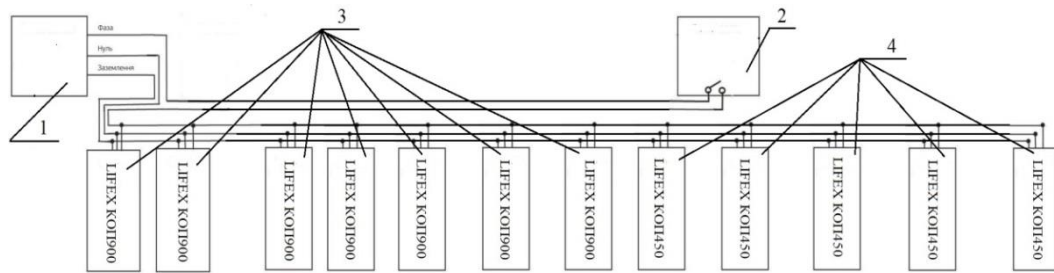
Параметр	КОП450	КОП900
Номінальна споживана потужність, Вт	450	850
Напруга, В	220	220
Частота струму, Гц	50	50
Розмір, мм	600x600x50	1200x600x50
Вага, кг	12	21
Робоча температура, °C	до 80	до 80
Час виходу на режим, хв.	до 30	до 30
Площа випромінювання, м ²	0,36	0,72
Об'єм обслуговуваного приміщення, м ³	до 25	до 50
Спосіб установки	настінний	настінний
Тип дії	ІЧ-конвекційний	ІЧ-конвекційний
Матеріал корпусу	кераміка/сталь	кераміка/сталь
Колір	білий	білий

При підборі керамічних електронагрівачів необхідно занижувати їх теплову потужність, так як всі розрахунки теплових витрат проводяться на розрахункову

температуру для опалення, і тому це значення теплових витрат максимальне. Але в реальних умовах кількість днів з такою низькою температурою за весь опалювальний період не перевищує 10% від тривалості опалювального періоду. Підбір керамічних електронагрівачів по максимальним витратам може призвести до частого перегріву приміщення в останні 90% опалювального періоду, тому потрібно вибирати керамічні електронагрівачі з терморегулятором.

Схема підключення керамічних електронагрівачів в будинку наведена на рисунку

2.3



1 – Джерело електроживлення; 2 – Терморегулятор;

3 – Керамічний електронагрівач типу *LIFEX КОП900*;

4 – Керамічний електронагрівач типу *LIFEX КОП450*

Рисунок 2.3 – Схема підключення керамічних електронагрівачів в будинку

2.4.2 Розрахунок та підбір обладнання для системи гарячого водопостачання будинку

Для підбору бойлера, крім теплової потужності на гаряче водопостачання, необхідно визначити сам об'єм бойлера. Він визначається за наступною формулою[7]:

$$V = \frac{m \cdot (a + b) \cdot (t_c - t_{x.в.})}{t_{г.в.} - t_{x.в.}} \quad (2.16)$$

де $m = 4$ – кількість жителів;

$a = 85$ кг/добу – норма витрати води в кілограмах при температурі 75°C для житлових будівель на одну людину за добу згідно із СНиП 2.04.01-85;

$b = 0$ кг/добу – норма витрати води в кілограмах при температурі 75°C для всіх громадських будівель;

$t_{x.в.} = t_{x.з} = 15^{\circ}\text{C}$ – середня температура водопровідної води в опалювальний період;

$t_c = 40^{\circ}\text{C}$ – середня температура водопровідної води;

$t_{г.в.} = 75^{\circ}\text{C}$ – максимальна температура водопровідної води.

$$V = \frac{4 \cdot (85 + 0) \cdot (40 - 15)}{75 - 15} = 142 \text{ л.}$$

Отже для системи гарячого водопостачання будинку обираємо бойлер марки *Gorenje GBFU 150E /V9*[8], технічні характеристики якого наведені в таблиці 2.7.

Таблиця 2.7 – Технічні характеристики *Gorenje GBFU 150E /V9*

Параметр	GBFU150E/V9
Об'єм (л)	150
Розміри	
Висота (мм)	1331
Діаметр (мм)	454
Глибина (мм)	461
Підключення до водопроводу	G 1/2
Нетто/брутто вага/з водою (кг)	50/52/200
Технічні характеристики	
Робочий тиск (бар)	9
Товщина ізоляційного шару (мм)	17
Ступінь захисту від вологи	IP24
Номінальна вихідна потужність (Вт)	2000
Напруга 230 В ~	♦
Струм (А)	8,7
Час нагріву від 15°C до 75°C	5 год. 45 хв.
Габарити в упаковці (мм)	480x490x1350

Схема підключення бойлера в будинку наведена на рисунку 2.4

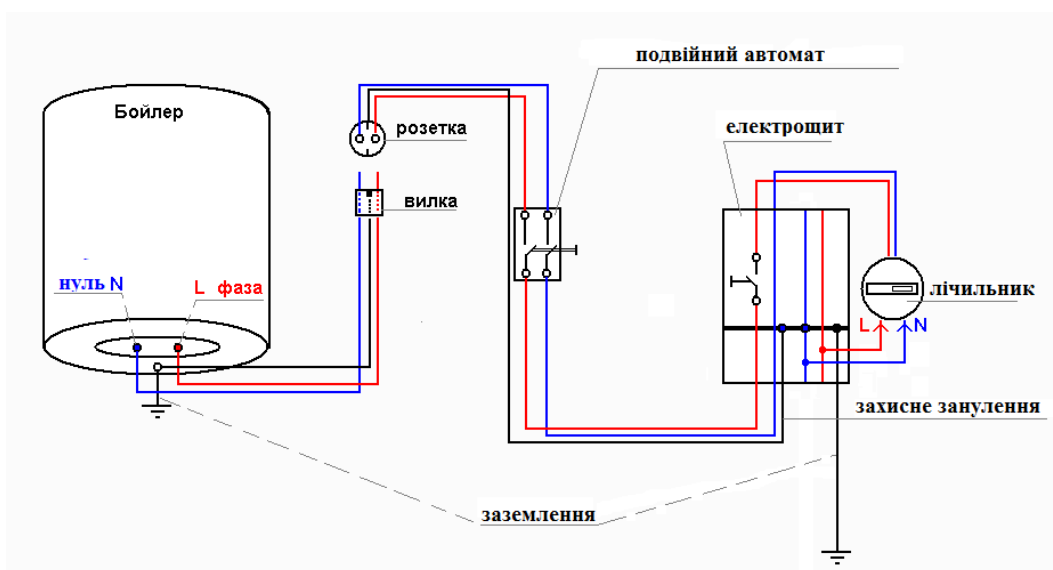


Рисунок 2.4 Схема підключення бойлера в будинку

2.5 Характеристика та особливості опалювальних приміщень

Опалювальні системи вирішують тільки одне із завдань зі створення штучного клімату в приміщеннях. Вони служать для підтримки в холодну пору року заданої температури повітря у внутрішніх приміщеннях будівель. Система опалення являє собою комплекс елементів, необхідних для обігріву приміщень.

При визначенні теплового навантаження систем опалення враховуються особливості тепловорежиму приміщень. У приміщеннях з постійним тепловим режимом, до яких відносяться промислові будівлі, сільськогосподарські споруди, житлові і громадські будівлі, теплове навантаження визначається з теплового балансу. У приміщеннях зі змінним режимом при визначенні теплового навантаження розрізняють два періоди - робочий і неробочий. В неробочий час необхідність в опаленні може бути відсутнім. У всіх випадках при розрахунку потужності систем опалення необхідно враховувати мінімальні годинні тепловиділення. Крім того системи опалення повинні забезпечувати нормовані параметри повітря до початку робочого періоду. Вимоги до систем опалення:

1.Санітарно-гігієнічні. Системи опалення повинні забезпечувати всередині приміщення задану температуру повітря, рівномірну за обсягом робочої зони приміщення. Температури внутрішніх поверхонь зовнішніх огорожень і нагрівальних приладів повинні знаходитися в межах норми.

2.Економічні. Системи опалення повинні забезпечувати мінімум приведених витрат по спорудження та експлуатації. Показниками економічності є також витрата матеріалу, витрати праці на виготовлення і монтаж. Економічність системи визначається техніко економічним аналізом варіантів різних систем і обладнання, що застосовується.

3.Будівельні. Системи опалення повинні відповідати архітектурно-планувального рішенням приміщень. Розміщення опалювальних елементів повинно бути пов'язане зі будівельними конструкціями.

4.Монтажні. Елементи систем опалення повинні виготовлятися переважно в заводських умовах, деталі уніфіковані, витрати праці мінімальні.

5.Експлуатаційні. Система опалення повинна бути надійною в підтримці заданих температур повітря. Надійність системи обумовлюється її довговічністю, безвідмовністю, простотою регулювання управління та ремонту. Система повинна бути безпечною і

безшумною в роботі, Повинна забезпечувати найменше забруднення шкідливими виділеннями приміщень і атмосферного повітря.

2.6 Висновки до розділу 2

Отже, завдяки великим термічним опорам конструктивних огорожень характеризує даний будинок як енергозаощадливий, завдяки великим термічним опорам конструктивних огорожень. На основі розрахунку теплових втрат та витрат теплоти на гаряче водопостачання була розроблена схема комплексного теплопостачання на базі використання електричної енергії. Було визначено теплові втрати на опалення та гаряче водопостачання та здійснено підбір обладнання для цих систем.

3 МОДЕЛЮВАННЯ ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ ТА ТЕПЛОВИХ ПОТОКІВ КЕРАМІЧНОГО ЕЛЕКТРОНАГРІВАЧА ТА ТЕМПЕРАТУРНИХ ПОЛІВ В ПРИМІЩЕННІ

У даному розділі буде проведено моделювання роботи керамічного електронагрівача, в результаті якого необхідно отримати температурні поля, теплові потоки та розподіл швидкості повітря. Отриманий температурний розподіл по керамічній плиті необхідно порівняти з технічними характеристиками керамічного електронагрівача.

Також буде проведено розрахунок розподілу температур в приміщеннях які нагріватимуться керамічними нагрівачами. Результати моделювання одного з приміщень необхідно порівняти з реальним дослідом[9].

3.1 3-D модель керамічного нагрівача

3.1.1 Постановка задачі

Ціль роботи: провести розрахунок керамічного нагрівача потужністю 450 Вт

1. Розробка геометричної моделі експериментальної установки: керамічний нагрівач.
2. Проведення експериментів з дослідження теплових і температурних потоків керамічного нагрівача.

3.1.2 Геометричне моделювання

Для спрощення розрахунків та економії часу керамічний нагрівач було змодельовано з 4-ох деталей – керамічна плита(Рисунок 3.1), нагрівальний елемент (Рисунок 3.2.), стінка та корпус. Температура в приміщенні: 20 °C. Загальний вид збірки зображено на Рисунок 3.3.

Вихідні дані:

- 1) керамічна плита 600*600*10 мм;
- 2) корпус 604*604*80 мм;
- 3) нагрівальний елемент 580*580*2 мм;
- 4) стінка 600*600*2 мм;
- 5) Температура в приміщенні: 20 °C.

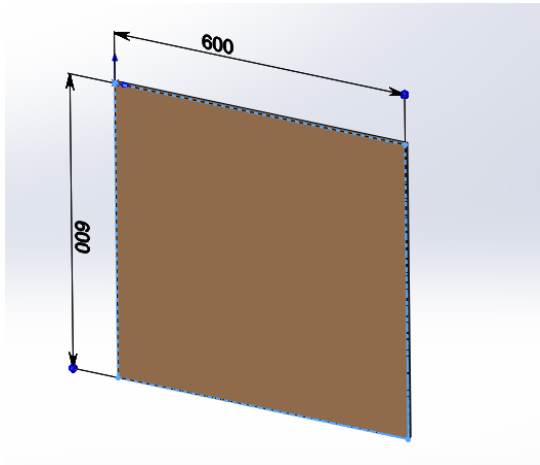


Рисунок 3.1 – Керамічна плита

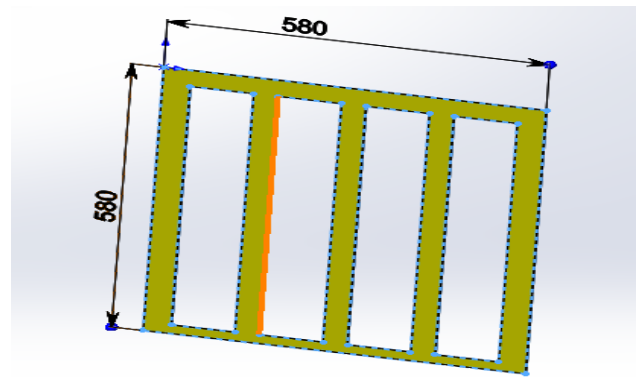


Рисунок 3.2 – Нагрівальний елемент

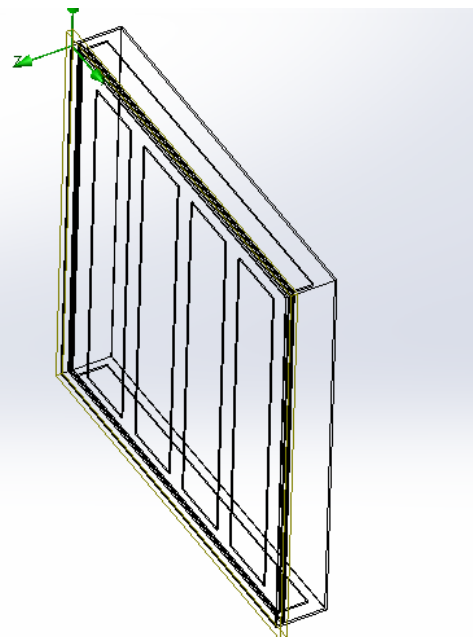
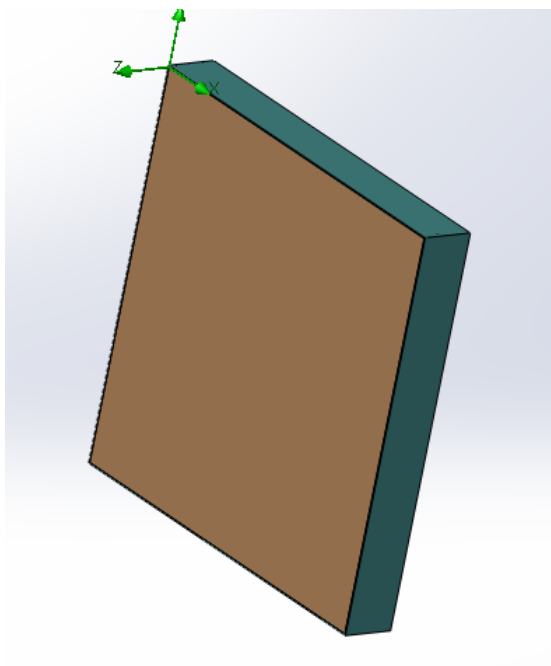


Рисунок 3.3 – Збірка геометричної моделі

3.1.3 Проведення експерименту

Коректність визначається температурою керамічної плити, яка не повинна перевищувати 80°C .

Вихідні дані:

- 1) Температура повітря - 20°C ;
- 2) джерело тепла - нагрівальний елемент 450Вт;
- 3) задаються поверхні радіаційного теплообміну, що випромінюють інфрачервоне випромінювання.

Крок 1 – За допомогою команди поверхні радіаційного теплообміну задаємо для кожного матеріалу його відбивну здатність (Рисунок 3.4).

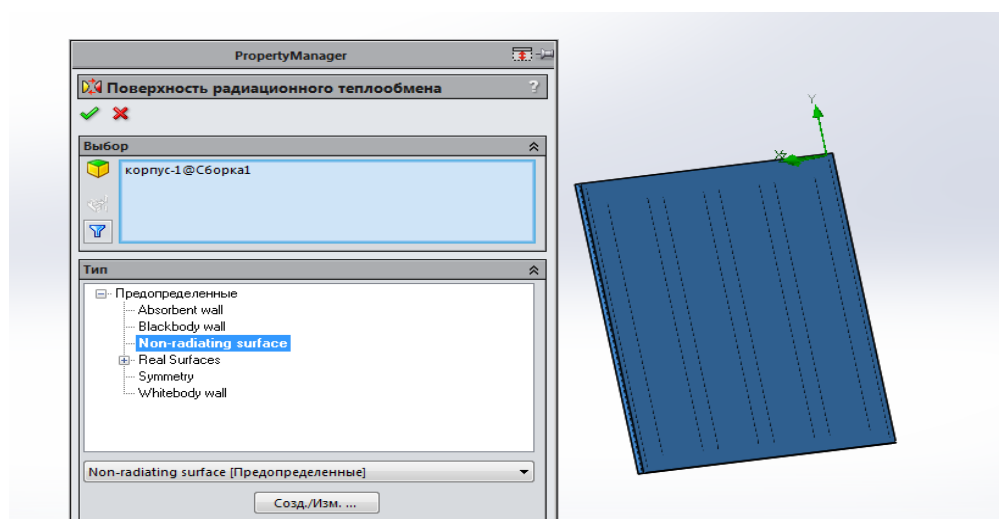


Рисунок 3.4 – Задаються поверхні радіаційного теплообміну

Крок 2 – За допомогою команди теплові джерела задаємо джерело теплоти – нагрівальний елемент – 450 Вт(Рисунок 3.5)

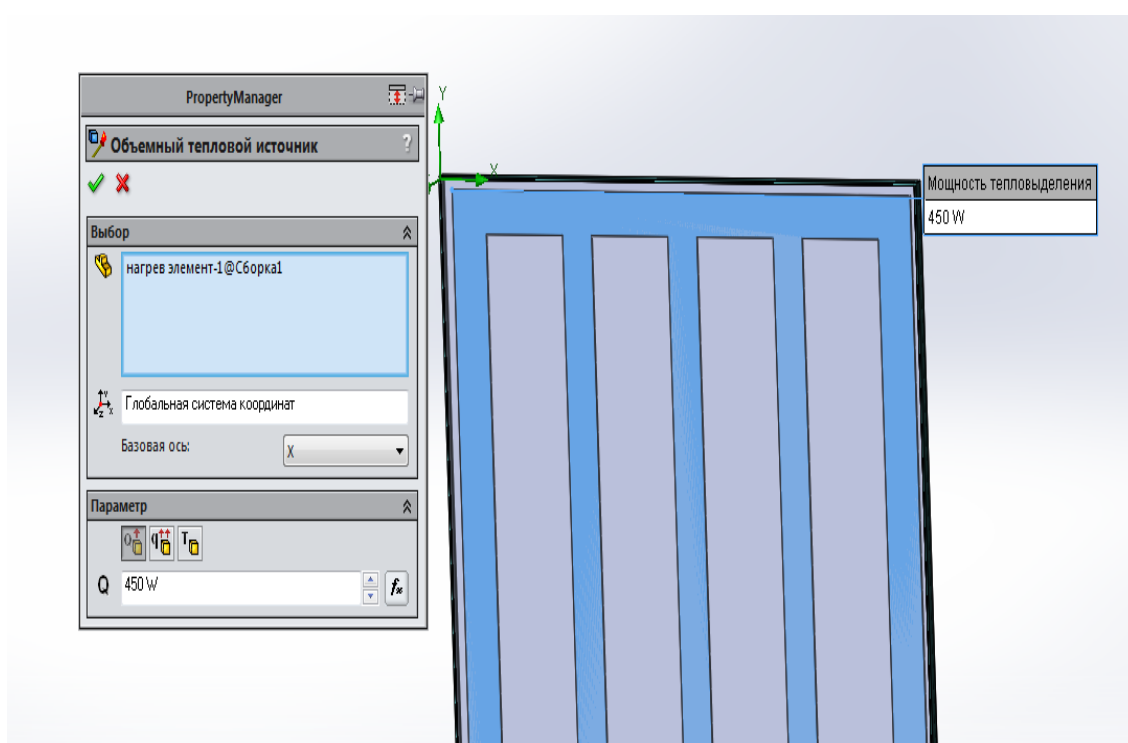


Рисунок 3.5. Задавання теплового джерела задаємо джерело теплоти – нагрівальний елемент – 450 Вт.

Крок 3 – Задаємо матеріал плити.(Рисунок 3.6)

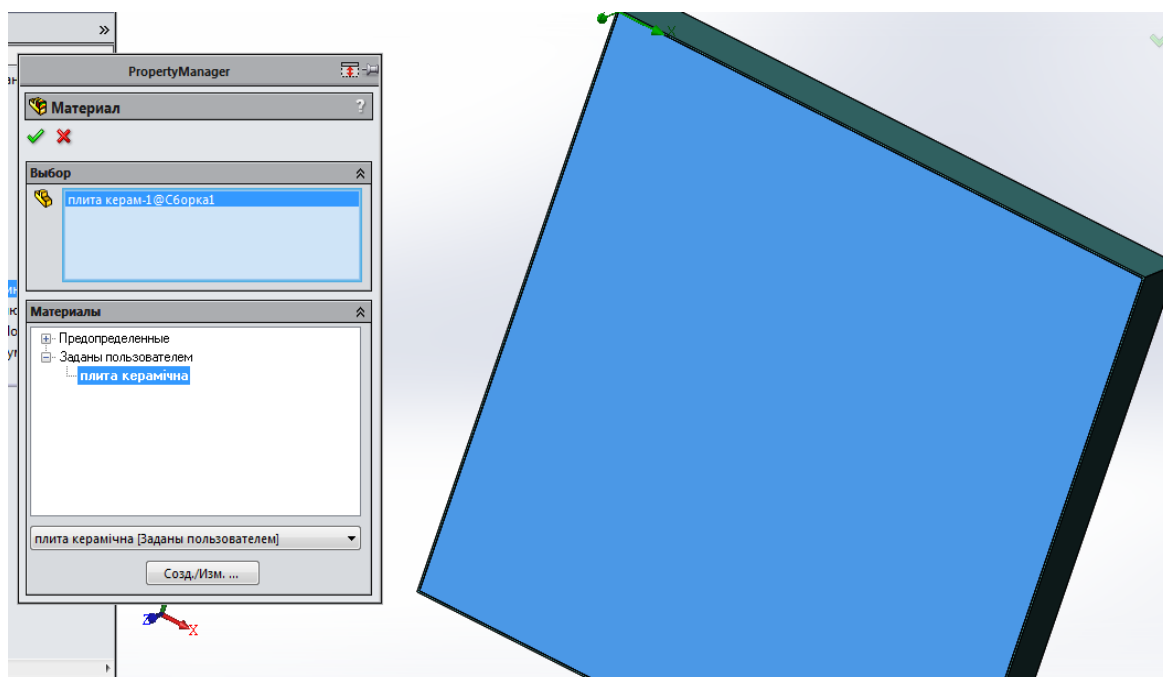


Рисунок 3.6 – Задавання матеріалу плити

3.2 Температурні поля та теплові потоки керамічного нагрівача

В результаті проведеного дослідження в *SolidWorks* були отримані розподіли температури нагрітого повітря на різних відстанях від нагрівача (рисунки 3.7 та 3.8) та його швидкість (рисунки 3.9 та 3.10), температури на керамічному електронагрівачі (рисунки 3.11 та 3.12), теплові потоки керамічного електронагрівача (рисунки 3.13 та 3.14).

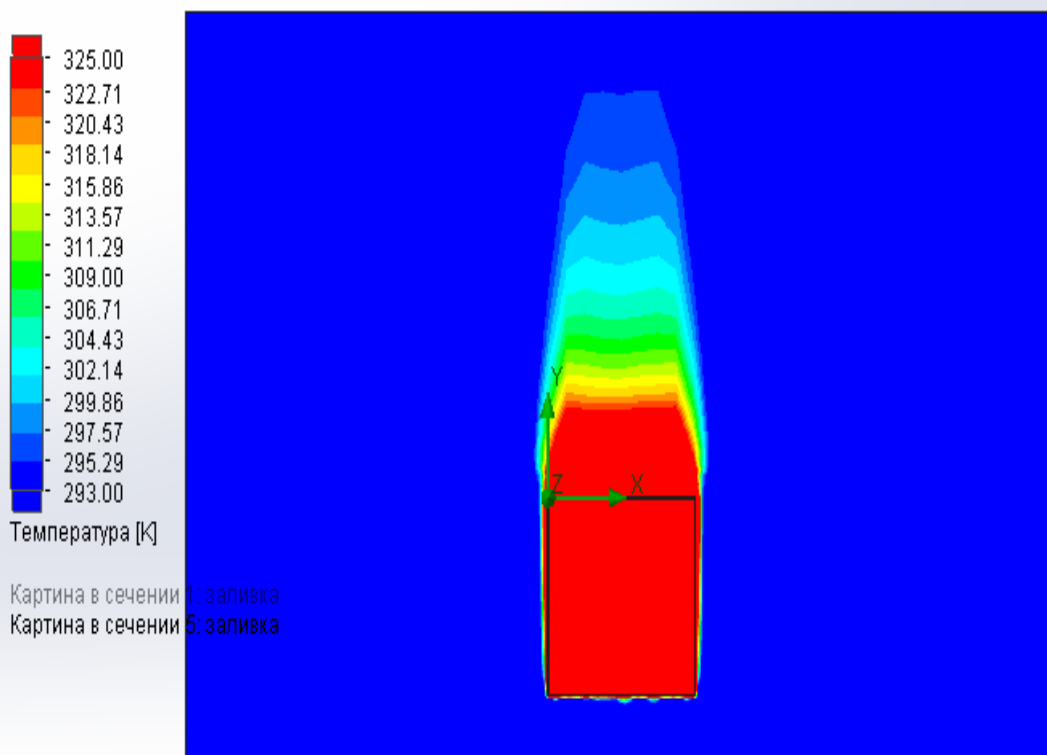


Рисунок 3.7 – Розподіл температури повітря по ширині керамічного електронагрівача

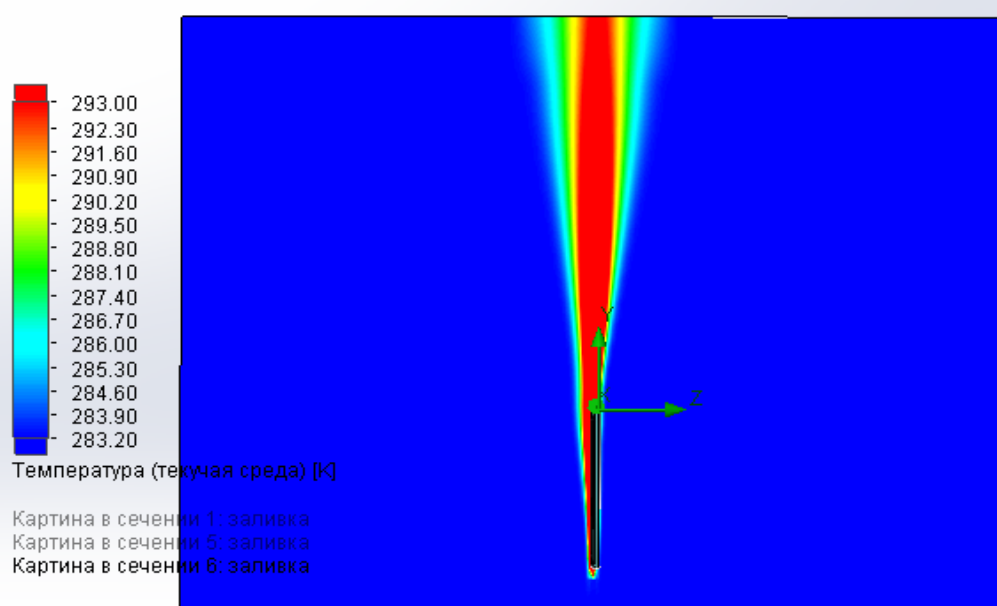


Рисунок 3.8 – Розподіл температури повітря по довжині керамічного електронагрівача

Як видно з рисунку 3.7 та рисунку 3.8 нагріте повітря за рахунок вільної конвекції йде вгору. Оскільки в досліді нагрівач не був розміщений у приміщенні то повітря не розподіляється по площині рівномірно, а просто йде вгору.

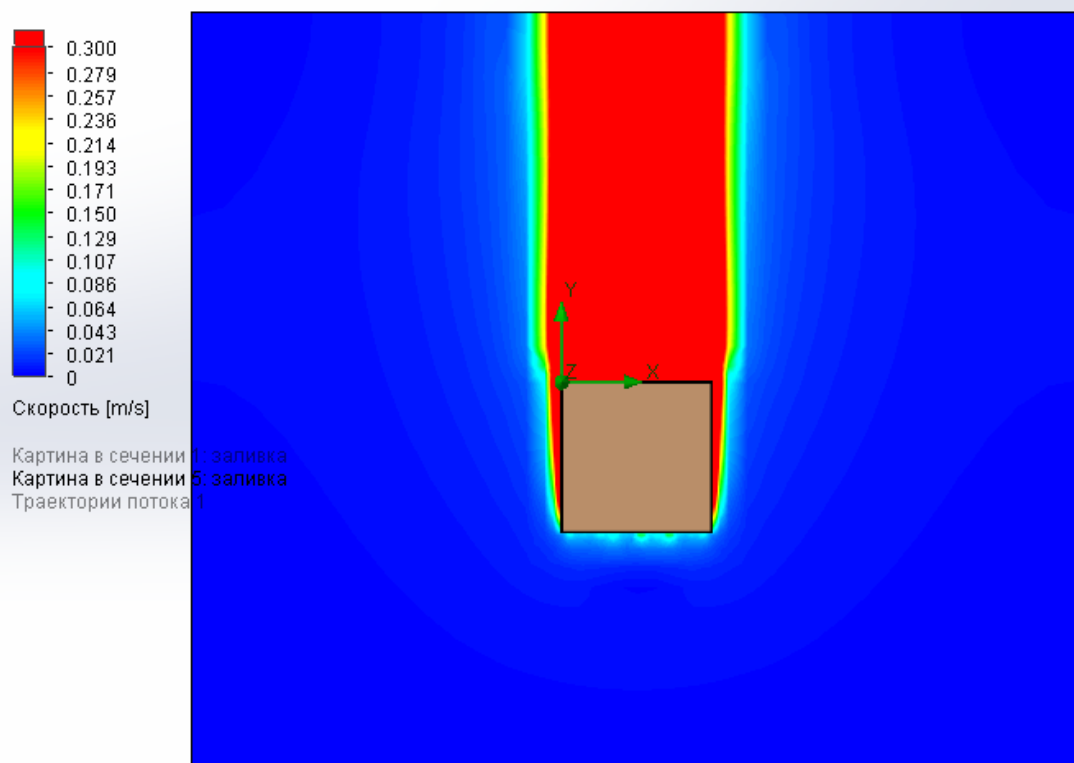


Рисунок 3.9 – Розподіл швидкості повітря по ширині керамічного електронагрівача

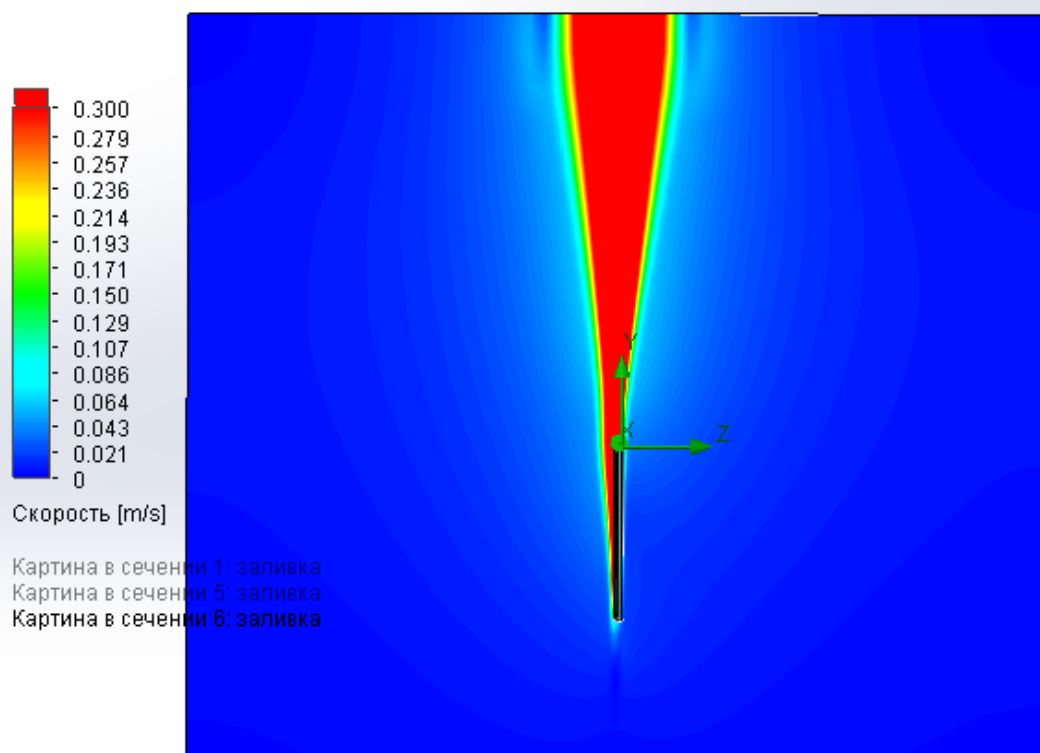


Рисунок 3.10 – Розподіл швидкості повітря по довжині керамічного електронагрівача

Як видно з рисунку.3.9 та рисунку.3.10 швидкість нагрітого повітря є незначною, тобто при роботі керамічний нагрівач не буде здій мати пил і не буде забруднювати

повітря, що є плюсом для нього. Проте така швидкість дозволяє досить швидко прогрівати приміщення, в якому буде знаходитись керамічний електронагрівач.

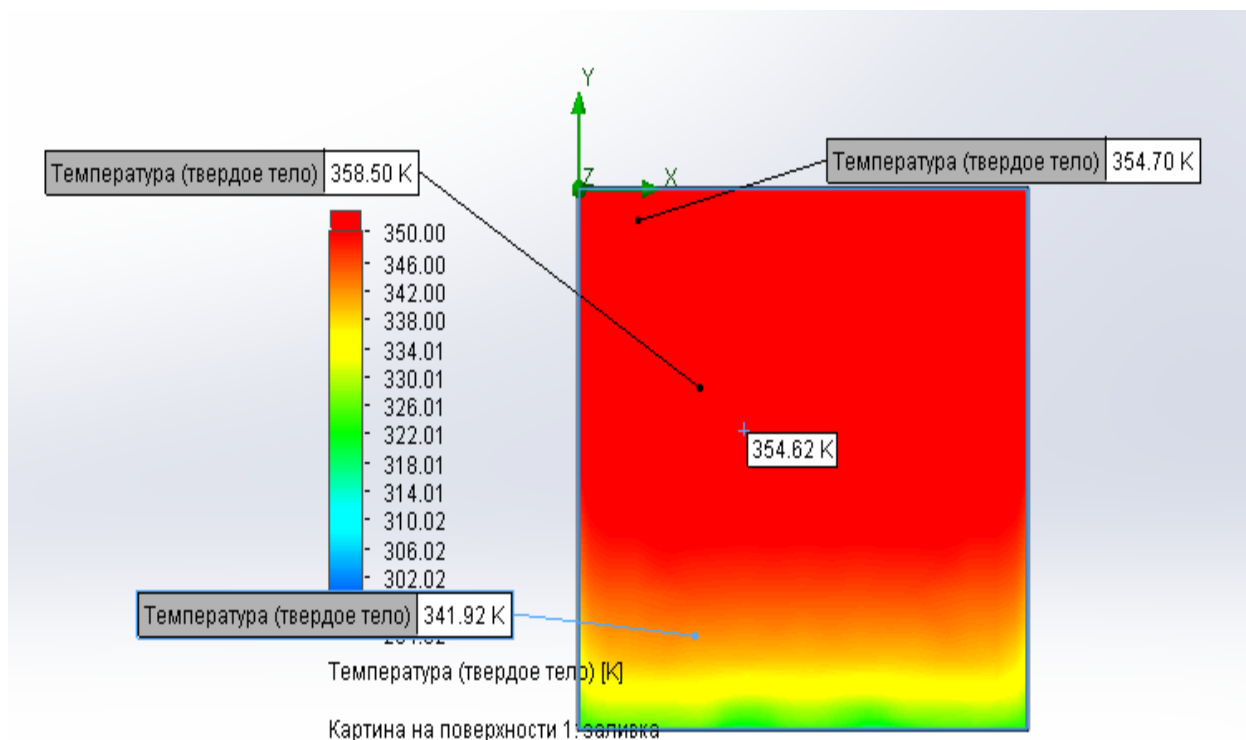


Рисунок 3.11 – Розподіл температури по керамічній плиті керамічного електронагрівача

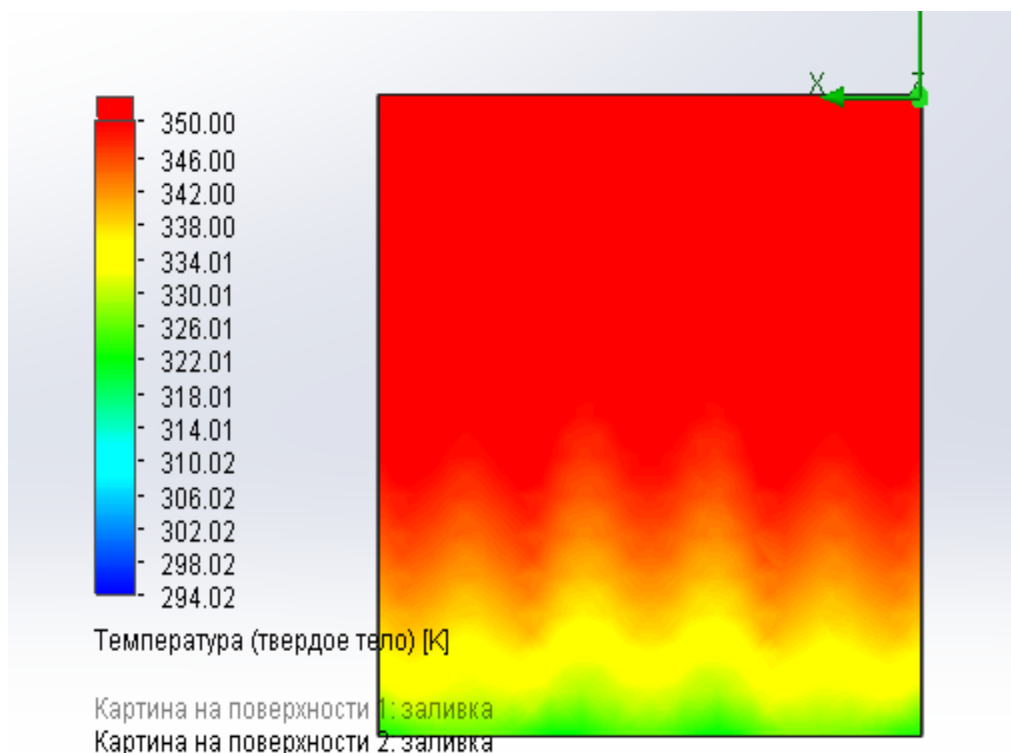


Рисунок 3.12 – Розподіл температури по тильній стороні керамічного електронагрівача

На рисунку 3.11 та рисунку 3.12 показано на скільки нагрівається керамічний електронагрівач на керамічній плиті та по тильній стороні. Згідно з технічними характеристики керамічного нагрівача наведених в таблиці 2.7 максимально допустима

температура на керамічній плиті становить 80°C . Похибка моделювання складає 6.9%. Перегрівання керамічної плити пояснюється тим що дослід був проведений на невеликому рівні точності.

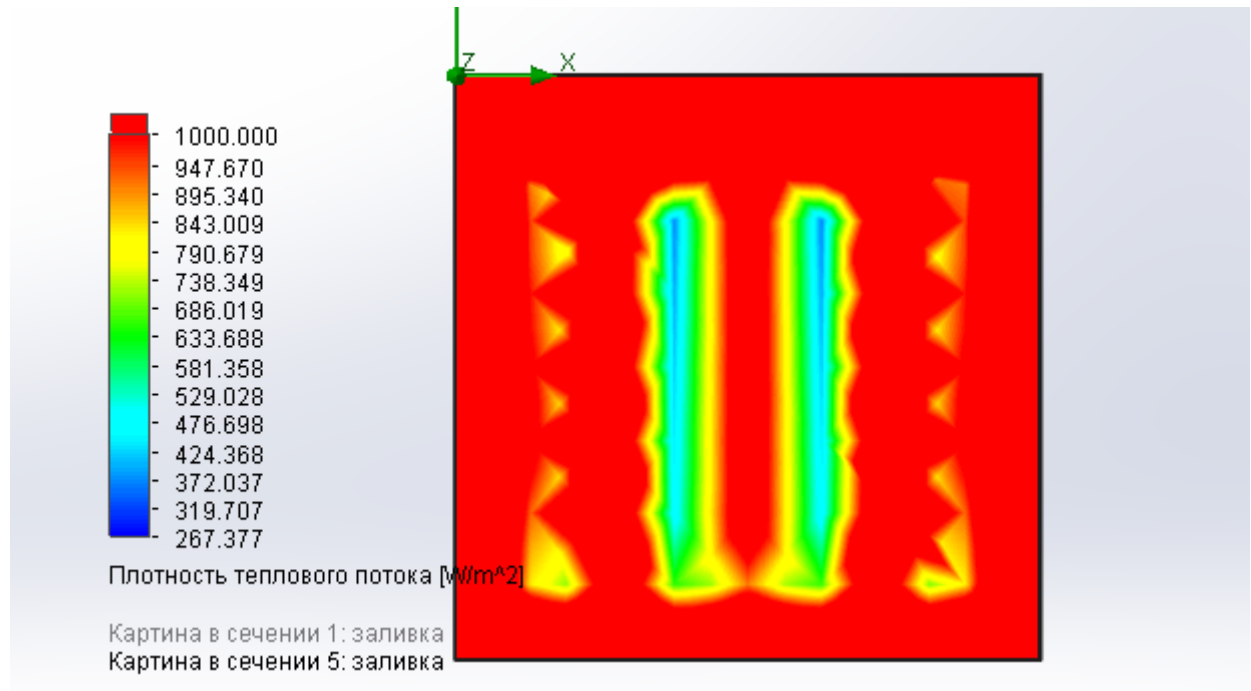


Рисунок. 3.13 – Розподіл густини теплового потоку на керамічній плиті керамічного електронагрівача

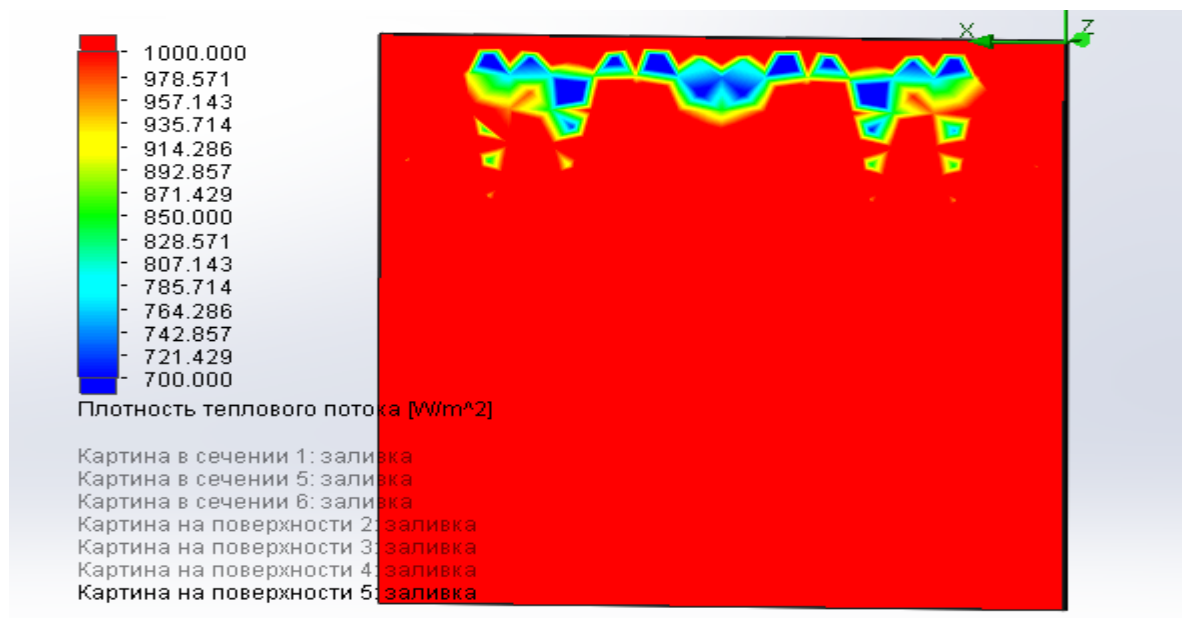


Рисунок 3.14 – Розподіл густини теплового потоку по тильній стороні керамічного електронагрівача

На рисунку 3.13 показано розподіл густини теплового потоку на керамічній плиті керамічного електронагрівача, який відповідає дійсності і майже на всій поверхні є

практично однаковим. З таким же показником густини теплового потоку на тильній стороні нагрівача показано на рисунку 3.14

3.3 3-D модель внутрішніх приміщень

Згідно з планів поверхів будинку, показаних на рисунку 2.1 та 2.2 в програмному забезпеченні SolidWorks було побудовано кожне приміщення для проведення розрахунку

В результаті моделювання було змодельовано 11 приміщень котеджного будинку показаних на рисунках 3.15-3.25

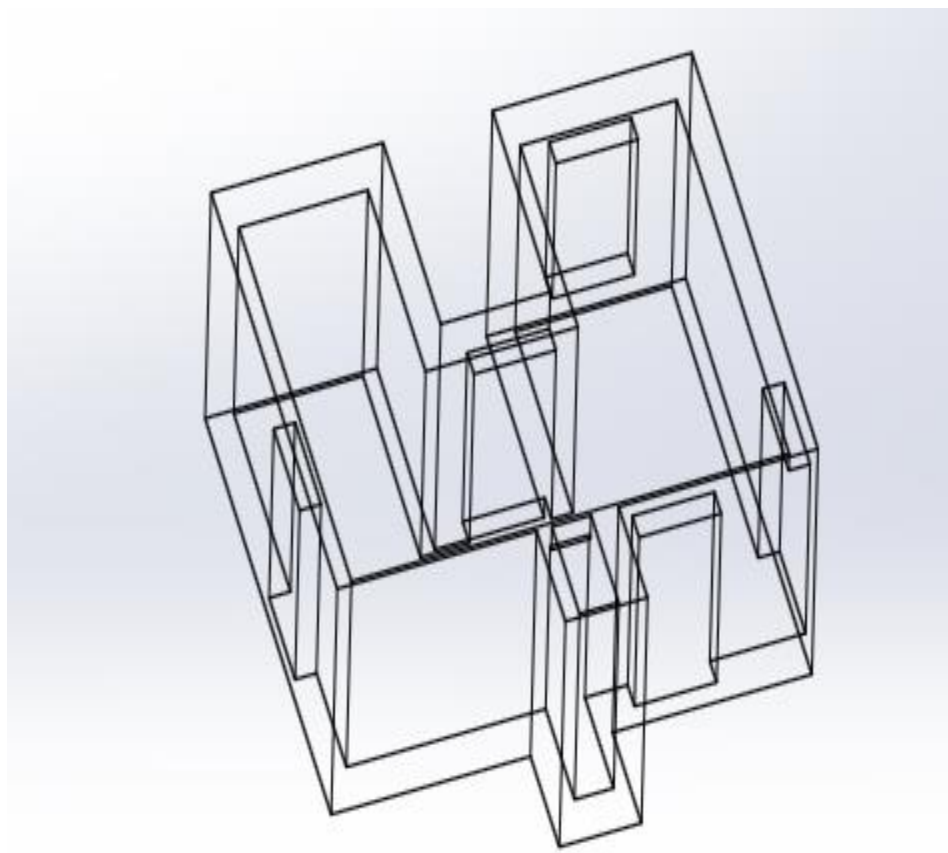


Рисунок 3.15 – 3-D модель приміщення 1

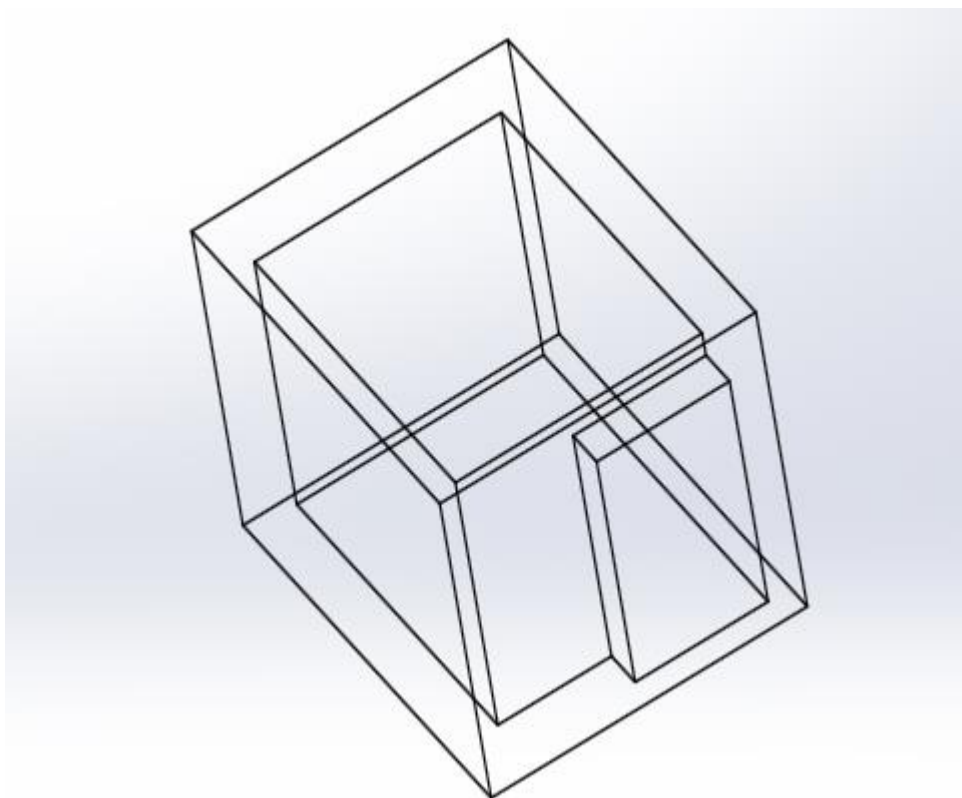


Рисунок 3.16 – 3-D модель приміщення 2

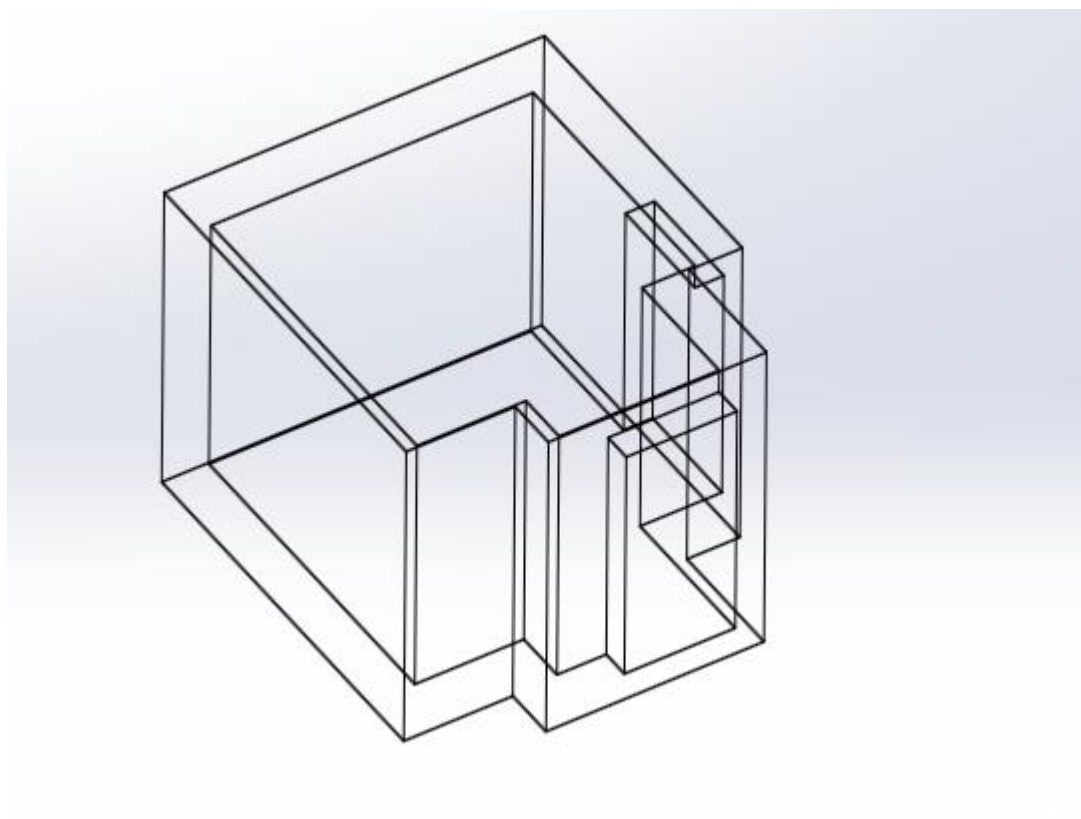


Рисунок 3.17 3-D модель приміщення 3

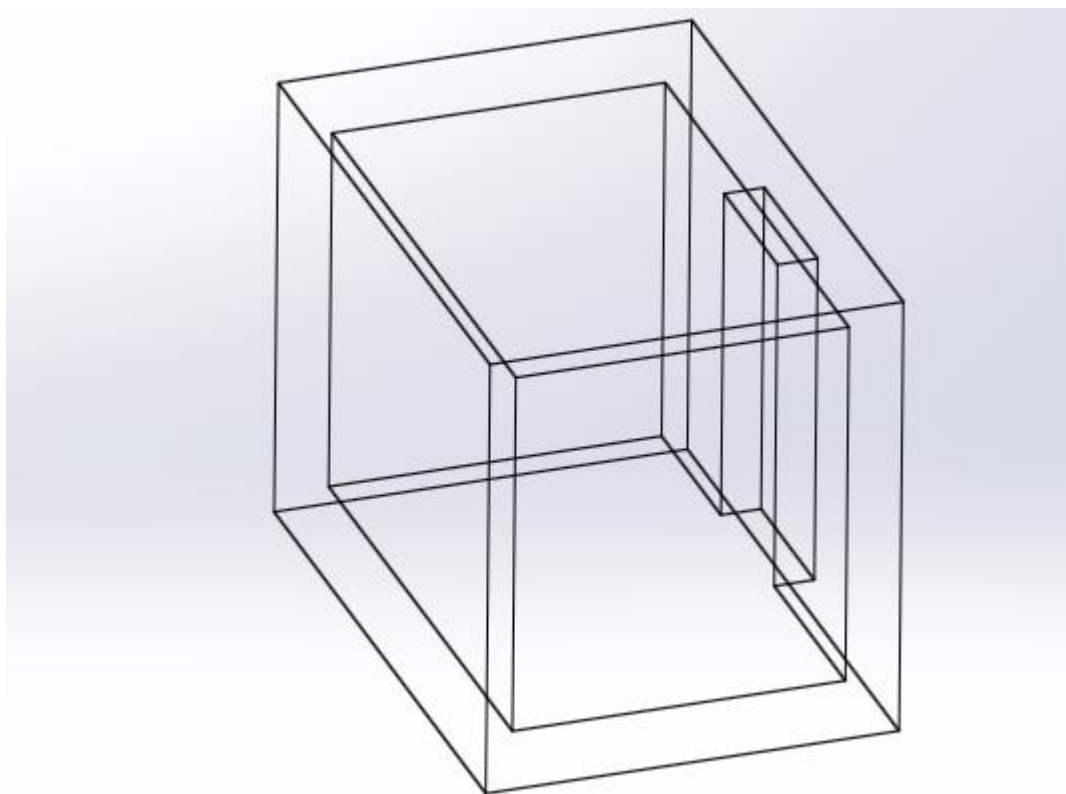


Рисунок 3.18 – 3-D модель приміщення 4

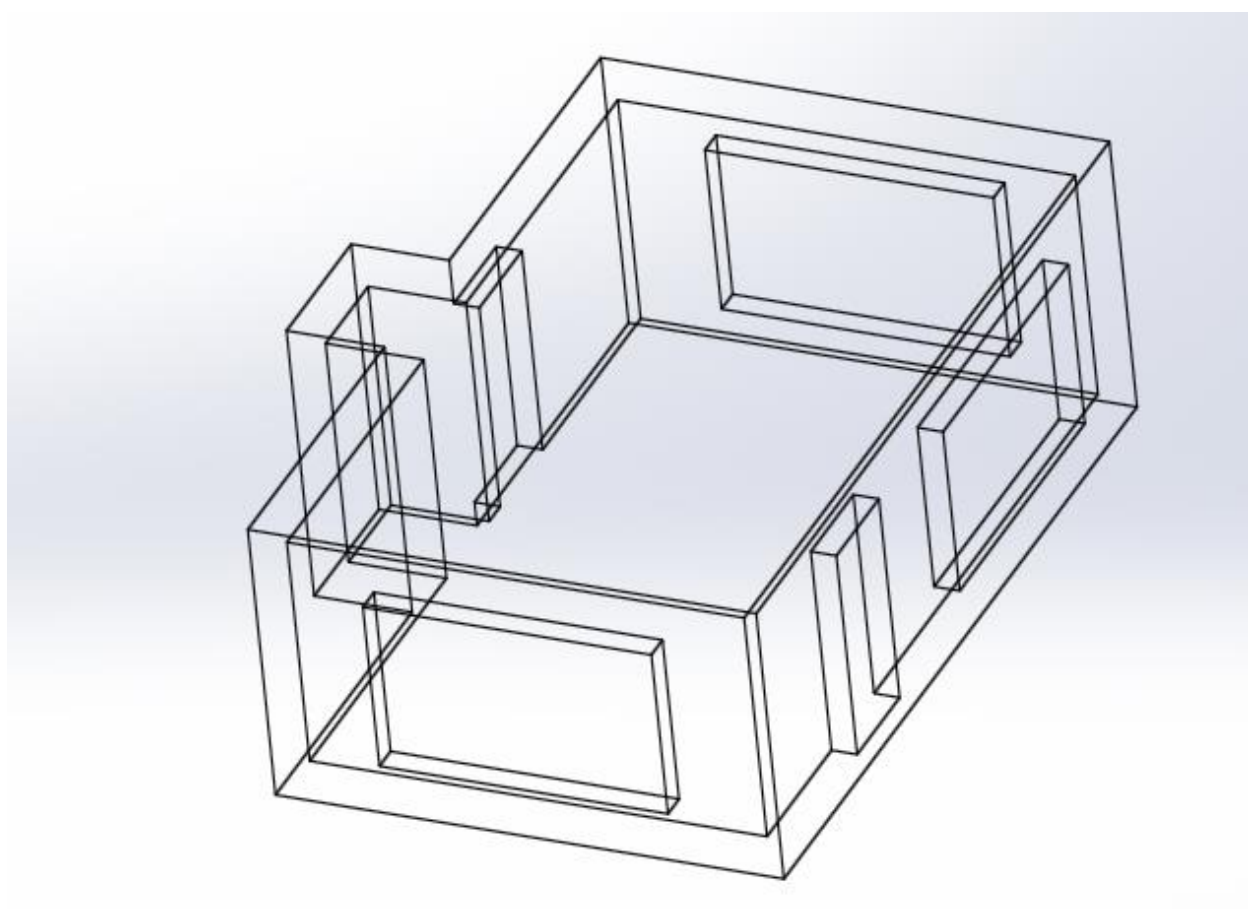


Рисунок 3.19 3-D модель приміщення 5

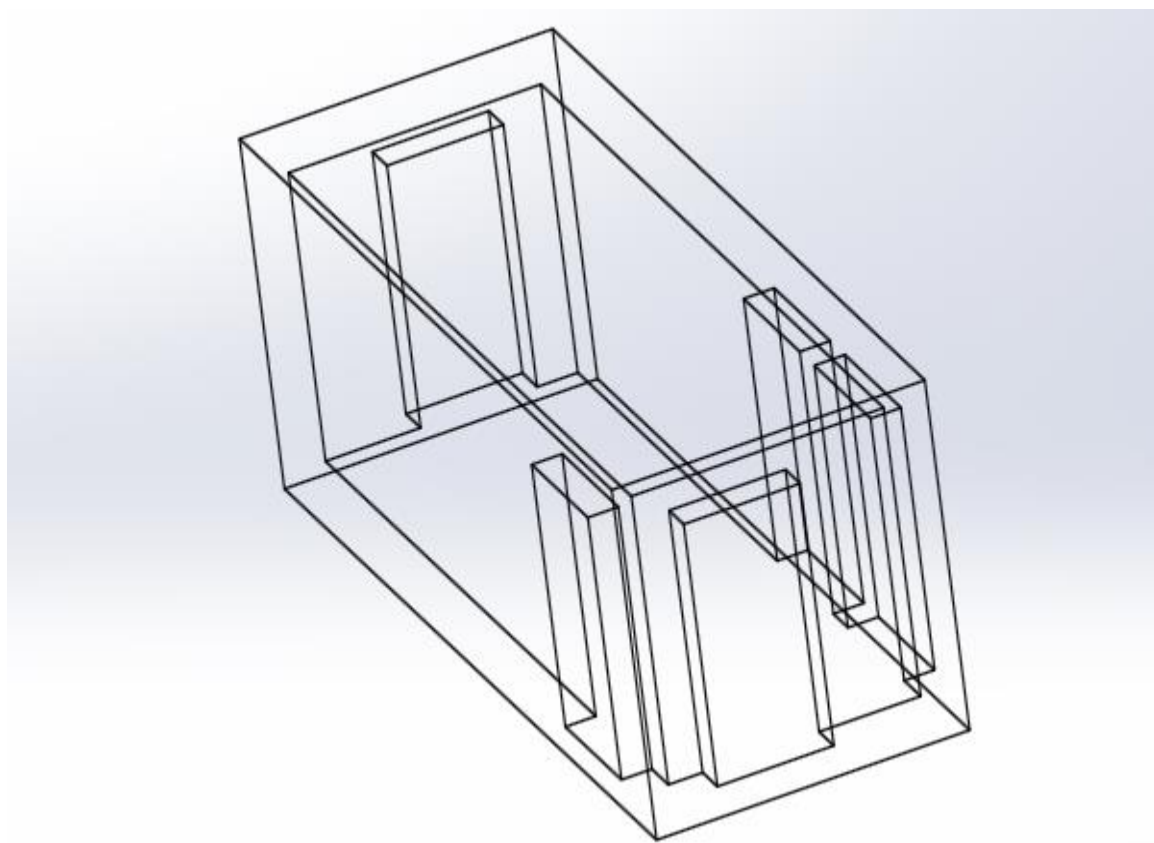


Рисунок 3.20 – 3-D модель приміщення 6

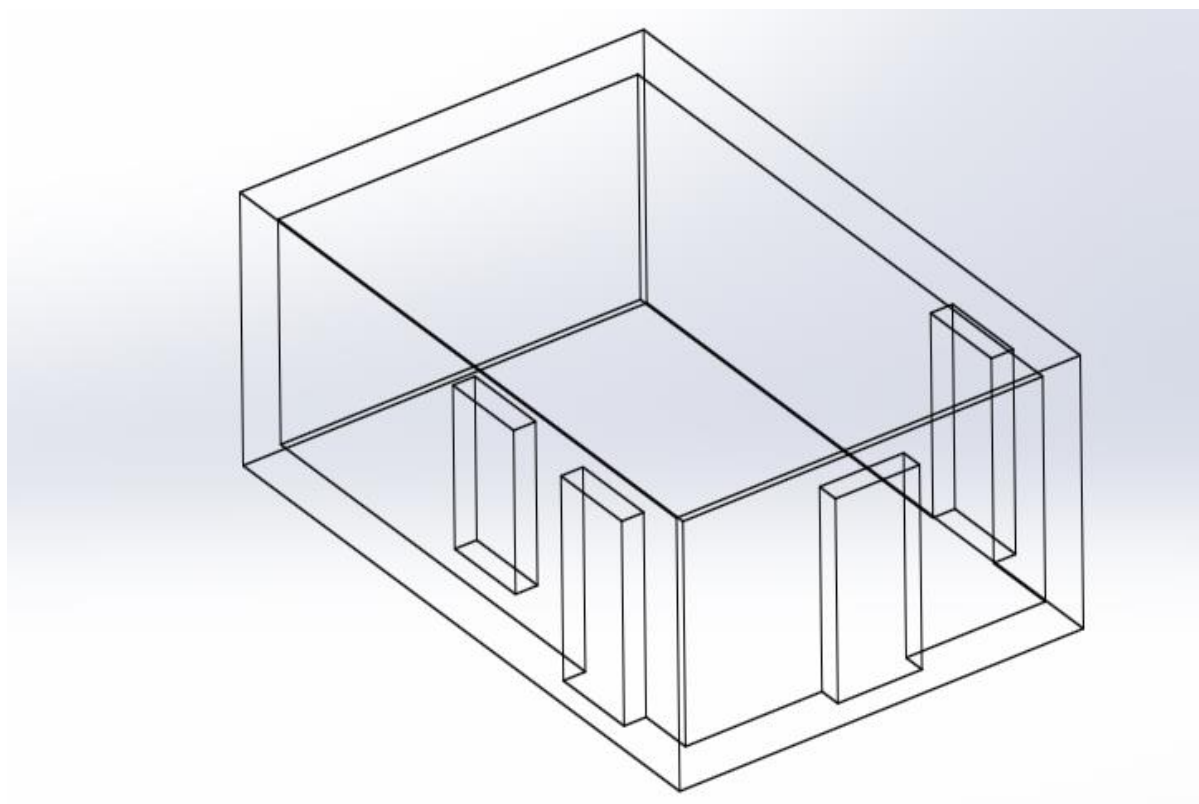


Рисунок 3.21 – 3-D модель приміщення 7

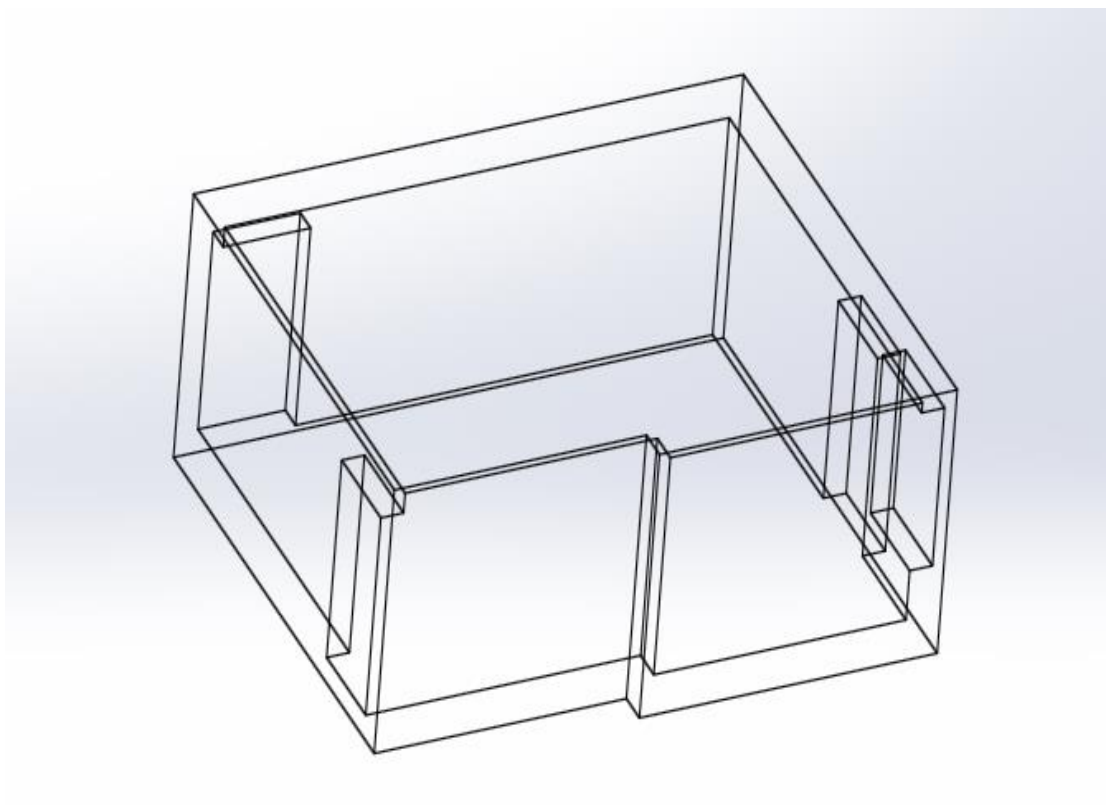


Рисунок 3.22 – 3-D модель приміщення 8

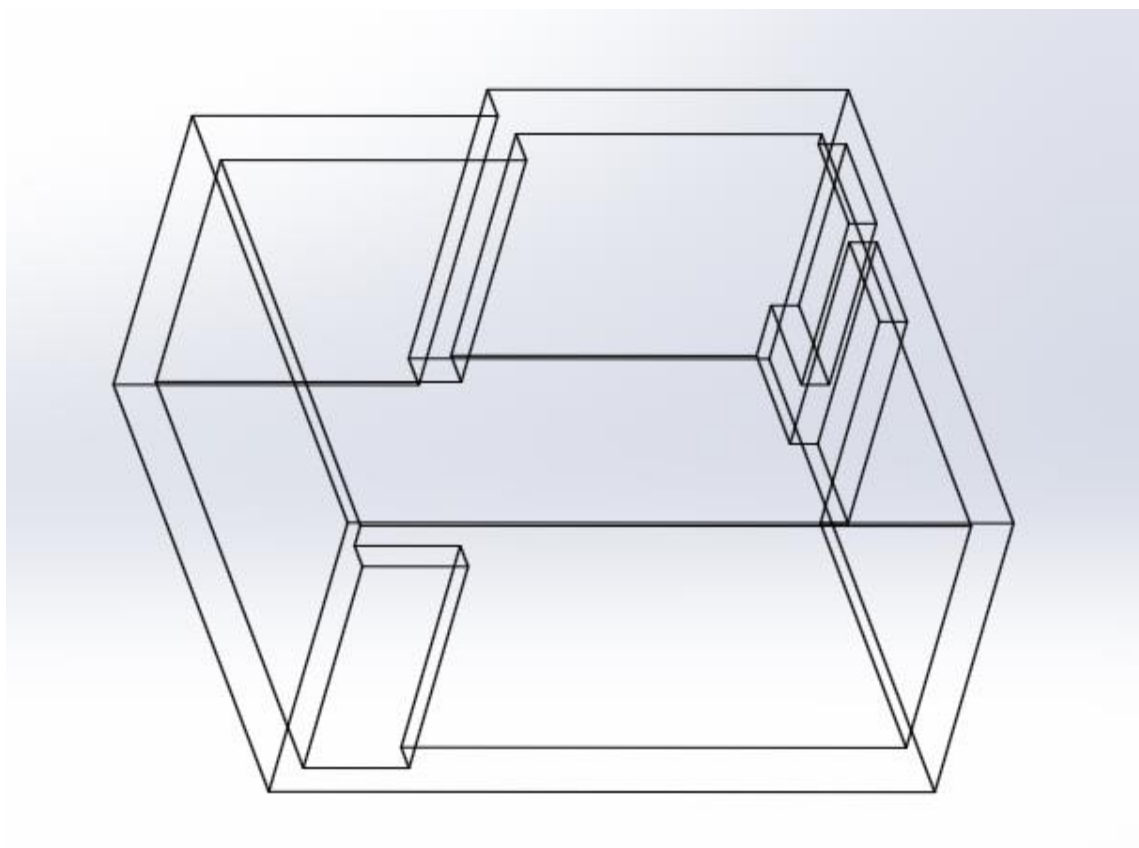


Рисунок 3.23 – 3-D модель приміщення 9

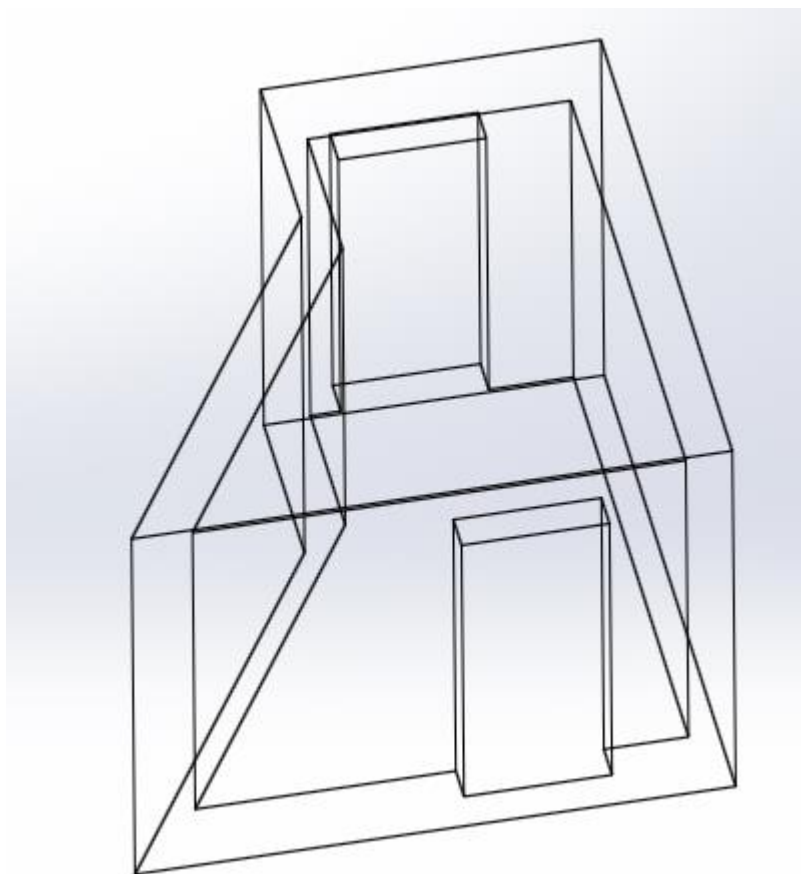


Рисунок 3.24 – 3-D модель приміщення 10

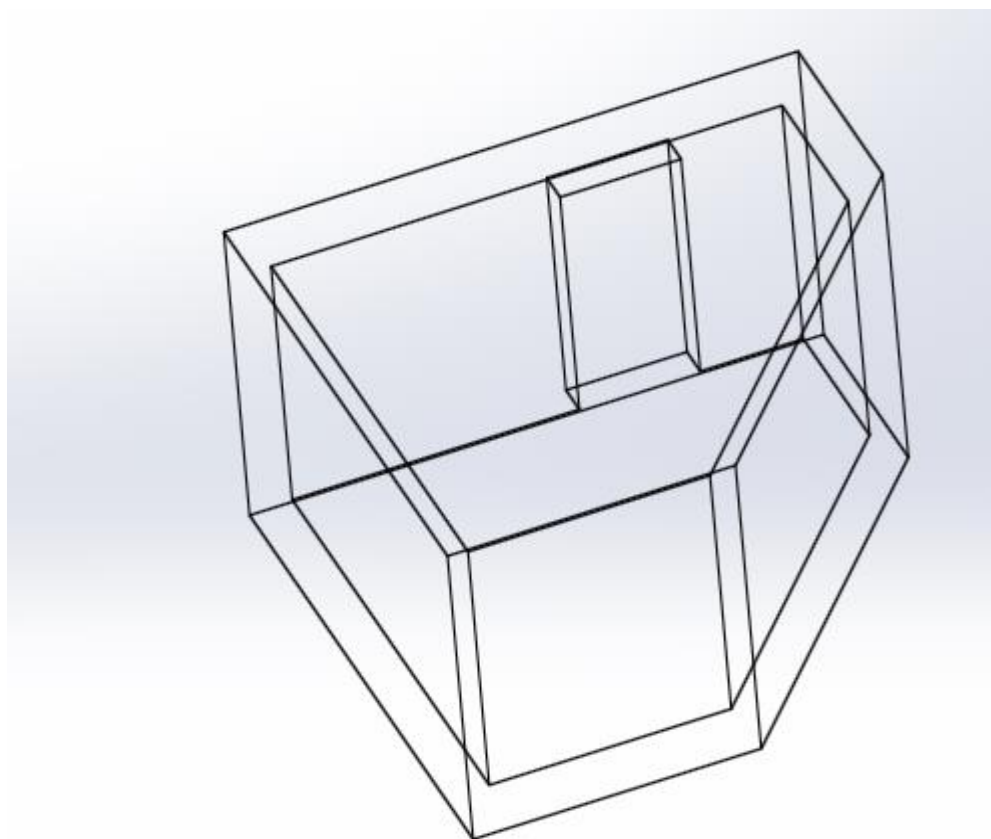


Рисунок 3.25 – 3-D модель приміщення 11

3.4 Температурні поля повітря в приміщеннях

У роботі було проведено моделювання нагріву кожного приміщення керамічними електронагрівачами у програмному забезпеченні *SolidWorks*. Геометричне моделювання керамічного електронагрівача та задавання параметрів для проведення розрахунку наведено в пункті 3.1.2 та 3.1.3. Геометричне моделювання приміщень наведено в пункті 3.3. В результаті розрахунку отримано розподіл температур приміщень. Для приміщень 1-7 розподіл температур на на рисунках 3.26-3.36.

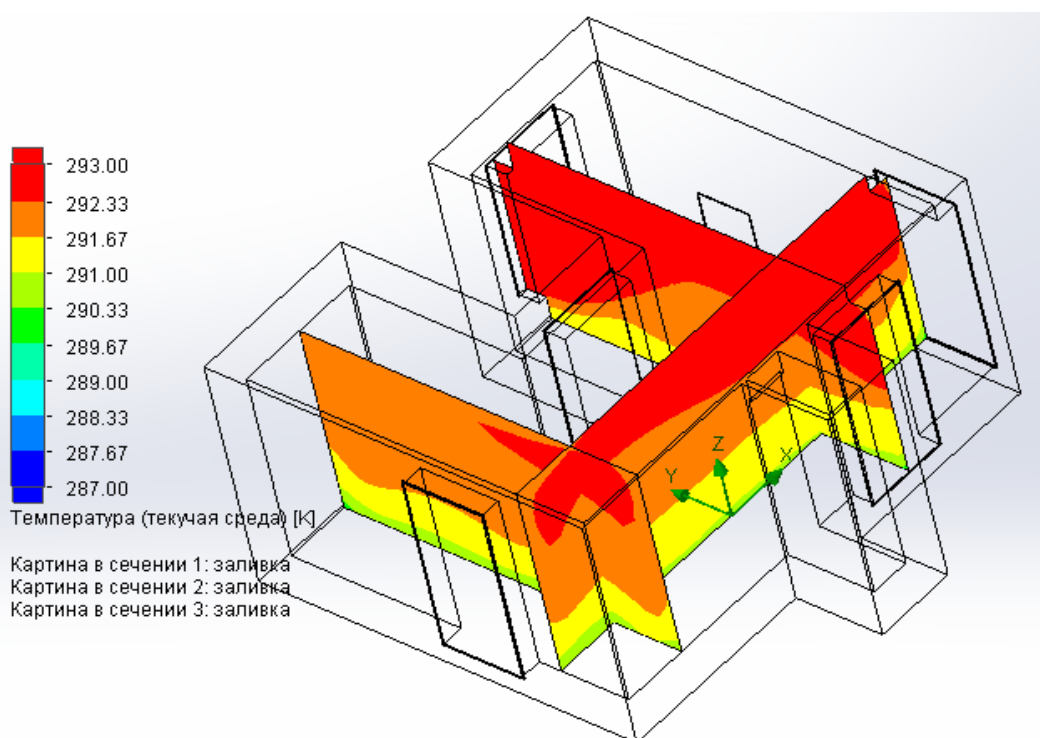


Рисунок 3.26 – Розподіл температури повітря в приміщенні 1

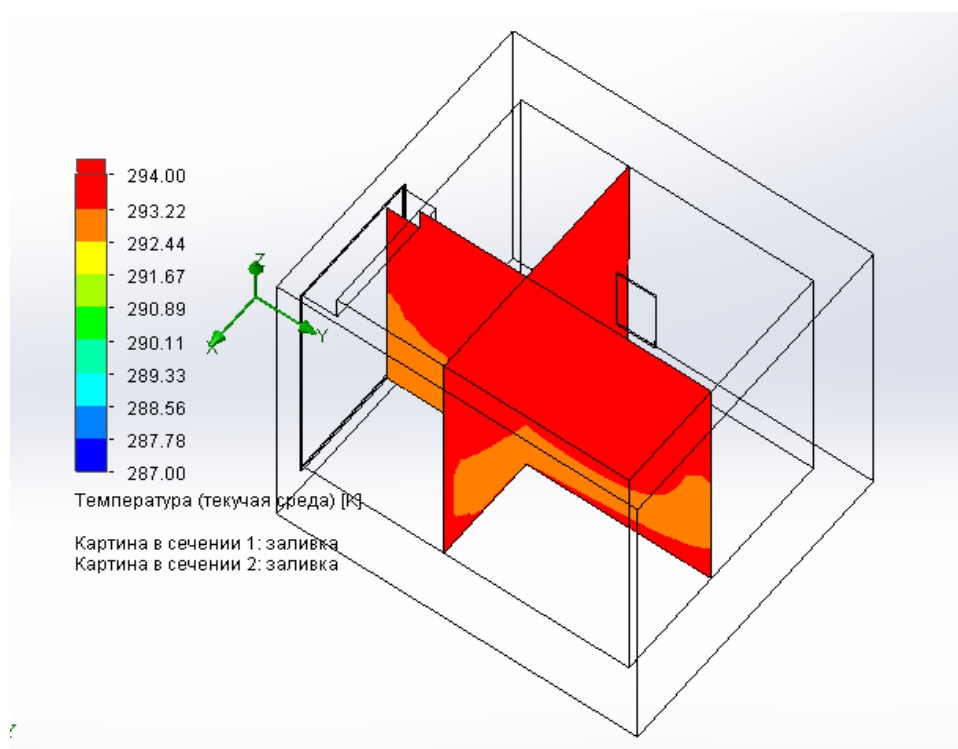


Рисунок 3.27 – Розподіл температури повітря в приміщенні 2

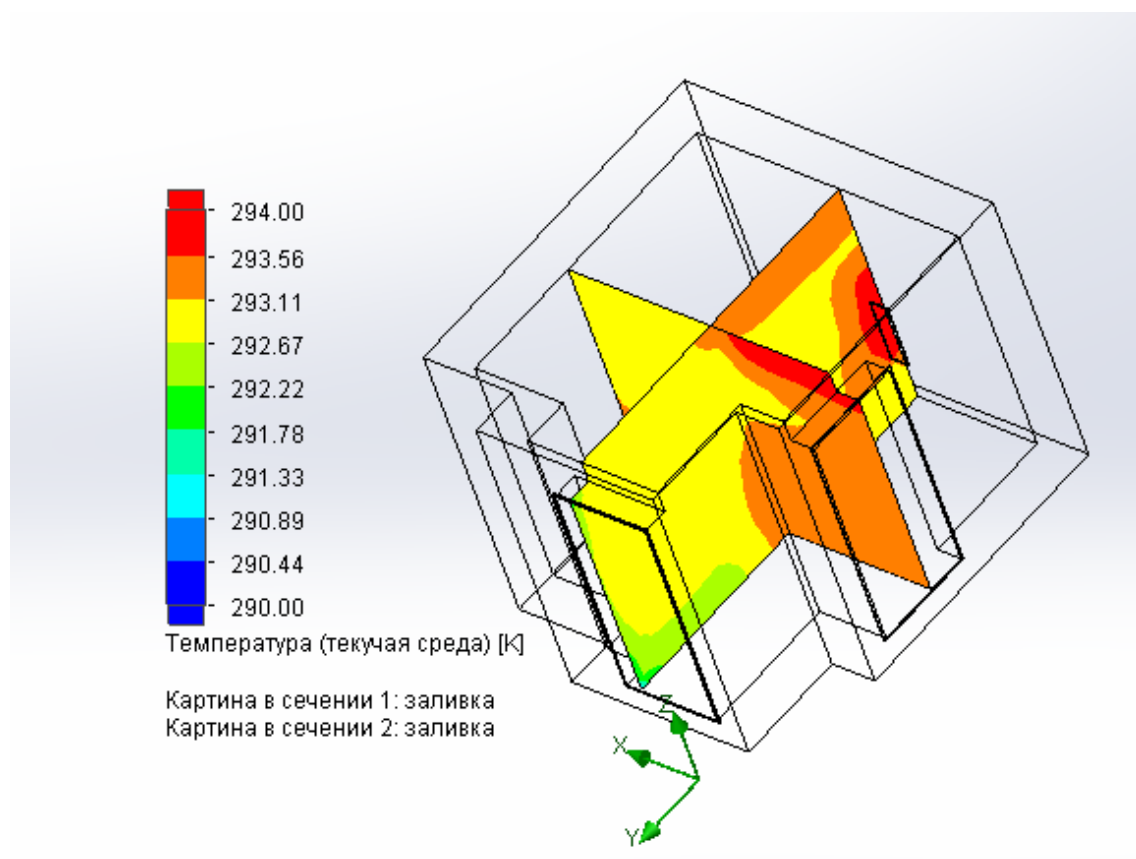


Рисунок 3.28 – Розподіл температури повітря в приміщенні 3

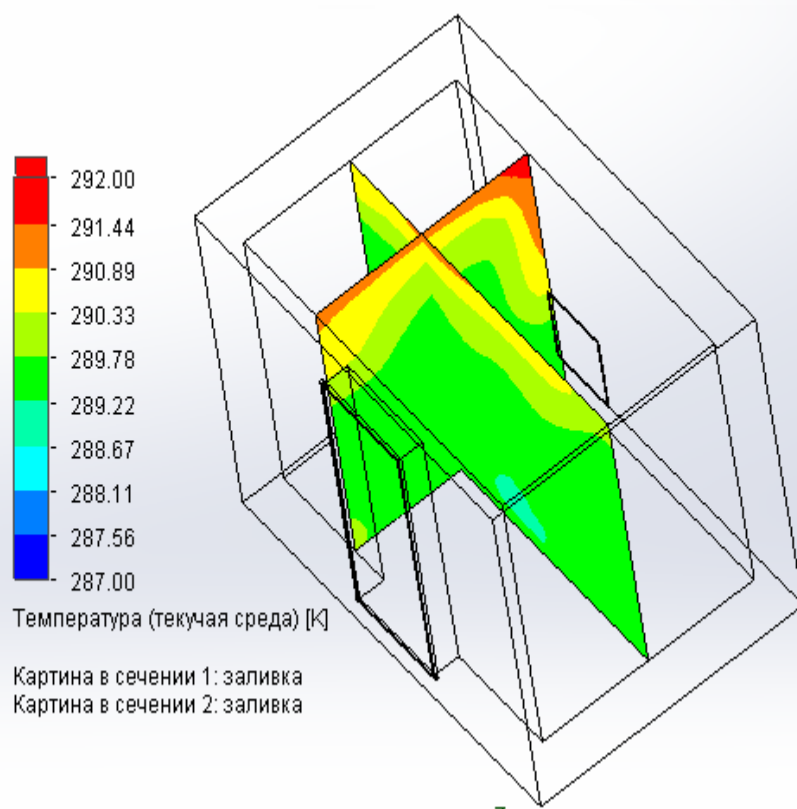


Рисунок 3.29 – Розподіл температури повітря в приміщенні 4

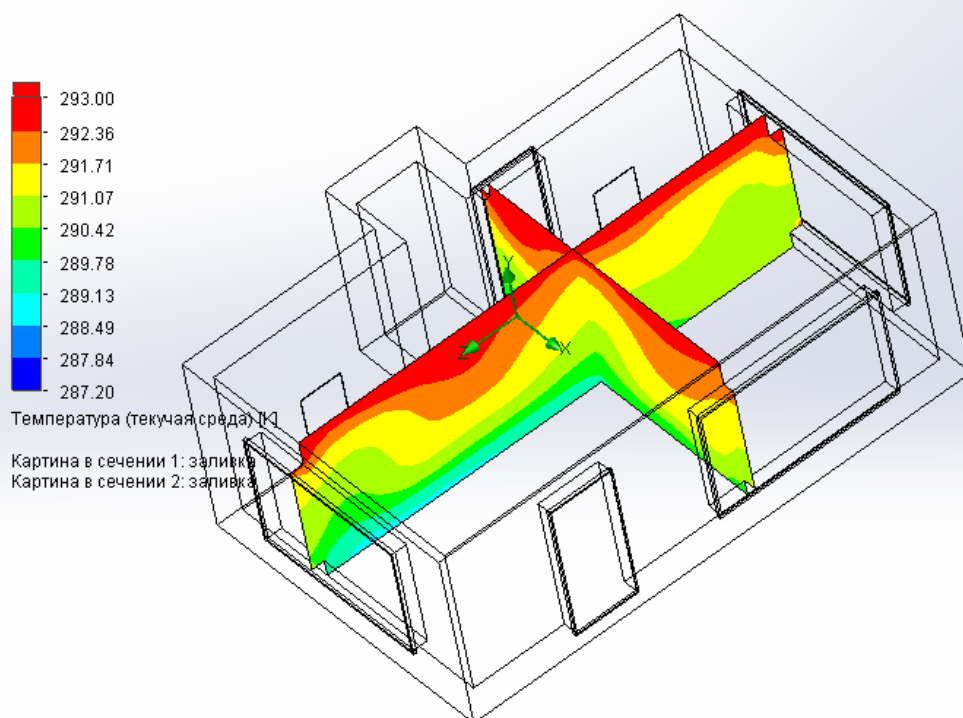


Рисунок 3.30 – Розподіл температури повітря в приміщенні 5

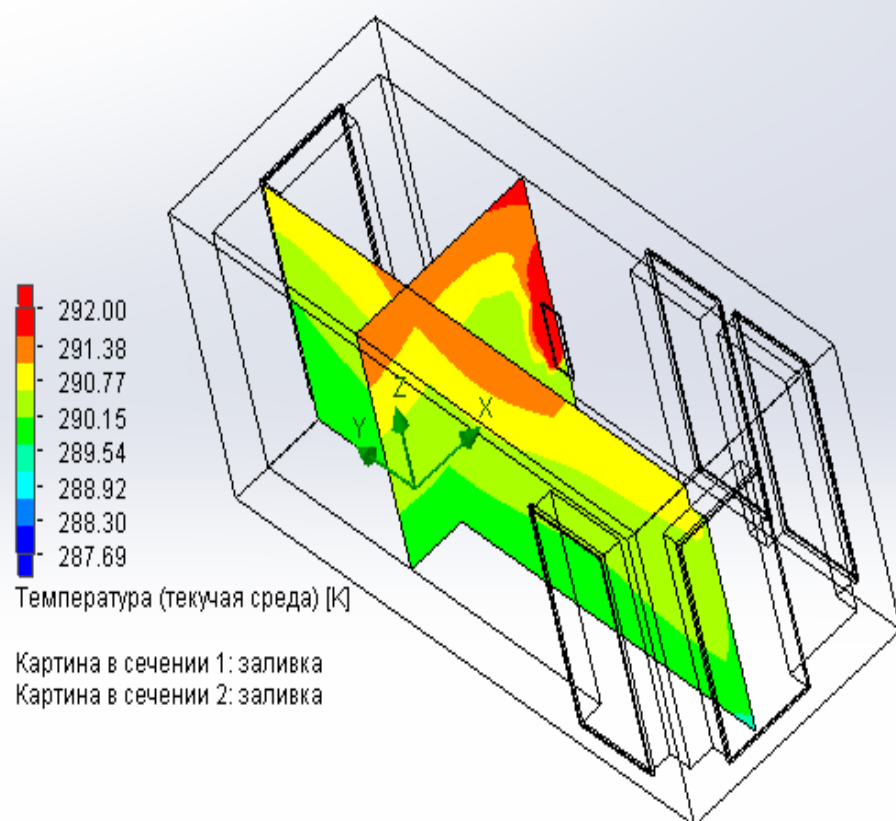


Рисунок 3.31 – Розподіл температури повітря в приміщенні 6

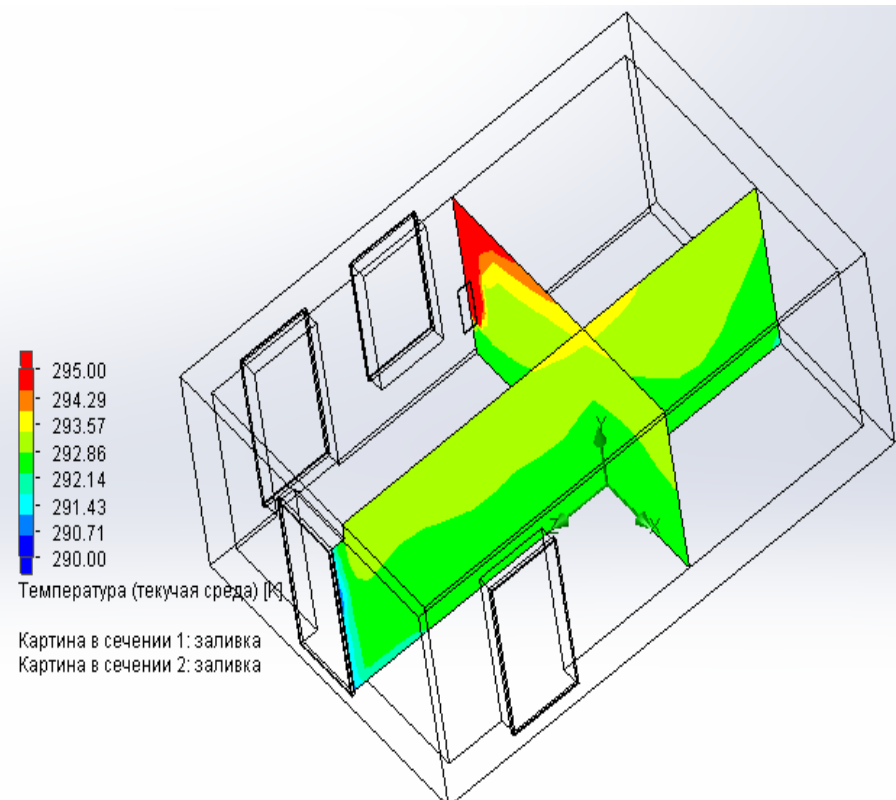


Рисунок 3.32 – Розподіл температури повітря в приміщенні 7

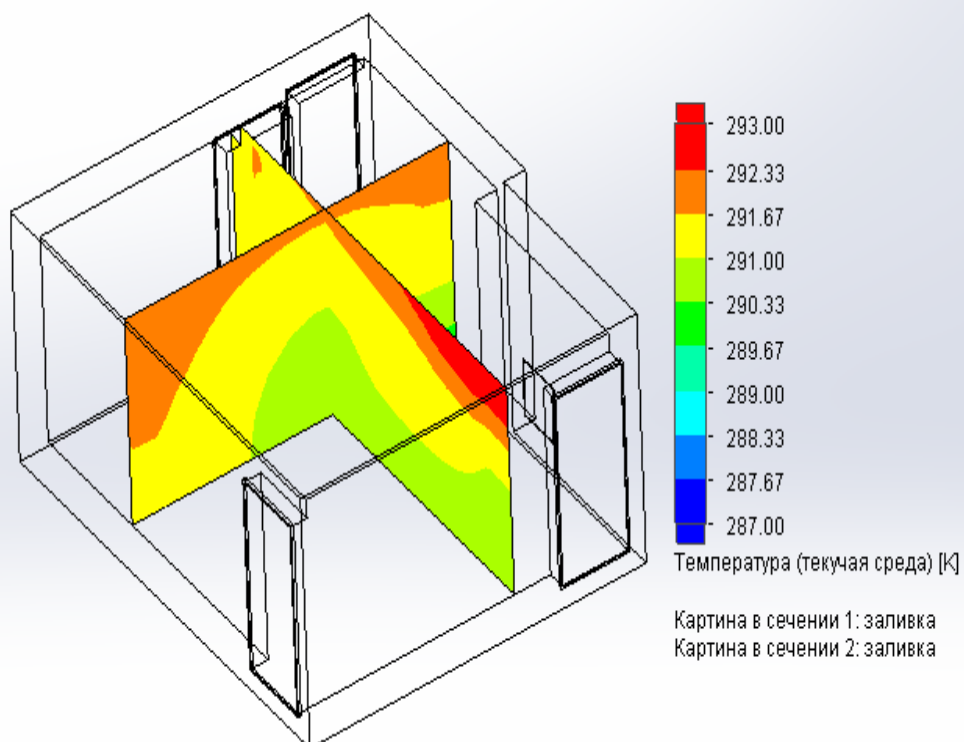


Рисунок 3.33 – Розподіл температури повітря в приміщенні 8

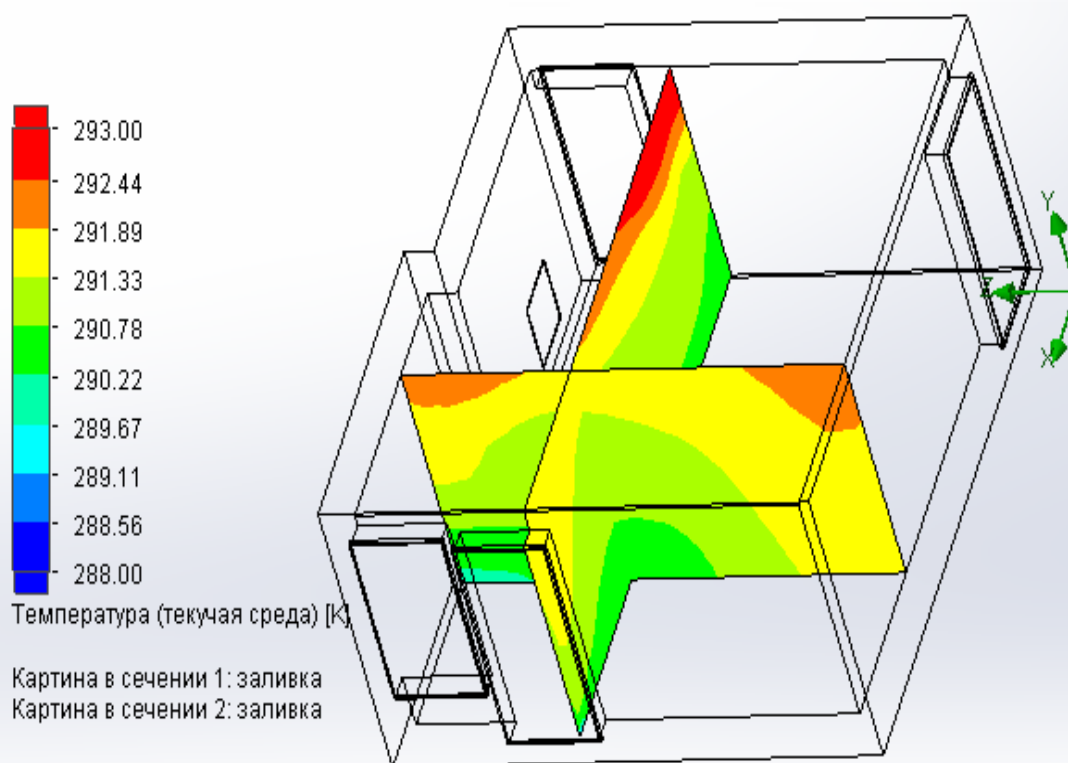


Рисунок 3.34 – Розподіл температури повітря в приміщенні 9

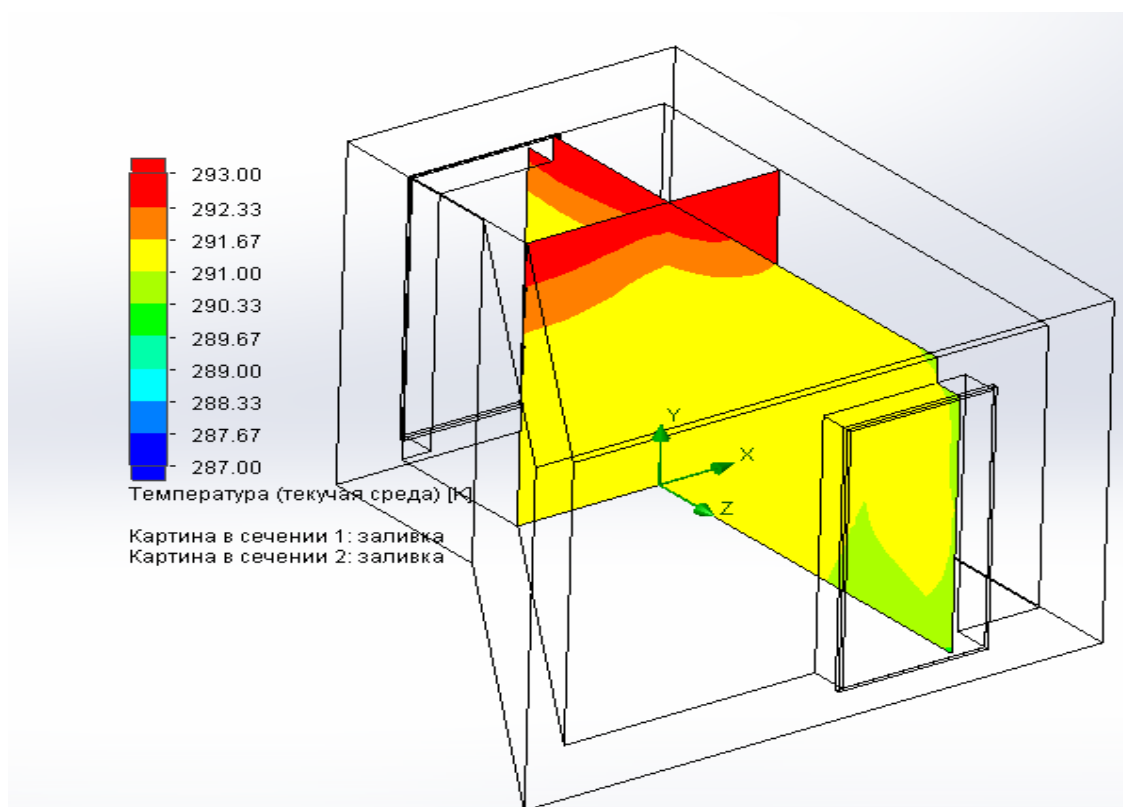


Рисунок 3.35 – Розподіл температури повітря в приміщенні 10

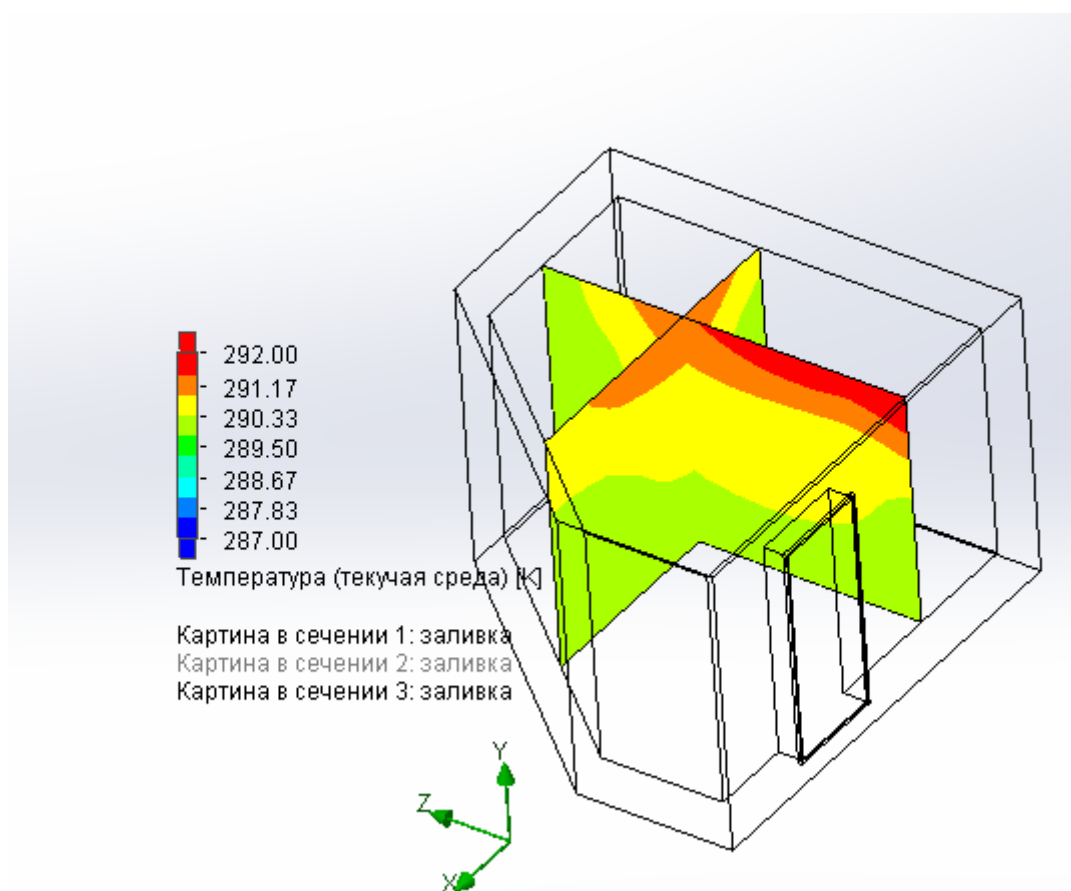


Рисунок 3.36 – Розподіл температури повітря в приміщенні 11

Для приміщення, яке за будовою, площею та коефіцієнтом теплопередачі стін, вікна, дверей (наведенні в пункті 6) є таким як приміщення 7 було проведено реальний експеримент [9], в якому керамічний електронагрівач прогрівав дане приміщення. В результаті цього експерименту керамічний нагрівач прогрів дане приміщення до необхідної температури за 30 хв., що відповідає технічним характеристикам які наведенні вище в таблиці 2.7. Розподіл температур в результаті даного експерименту показано на рисунку 3.37, а розподіл температур в результаті моделювання показано на рисунку 3.38

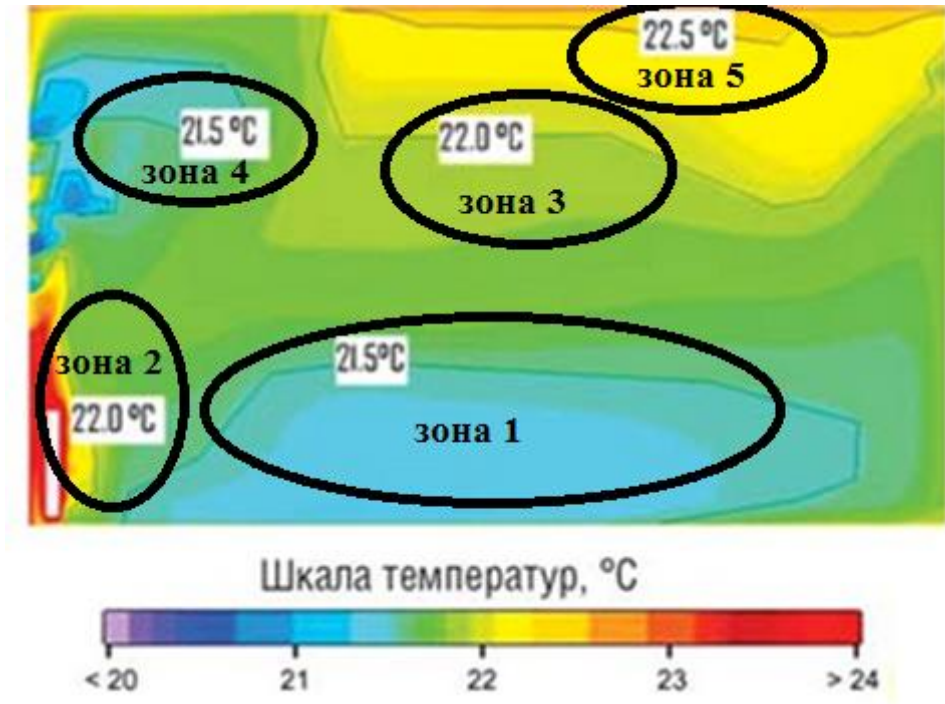


Рисунок 3.37 – Розподіл температури повітря в приміщенні в експерименті

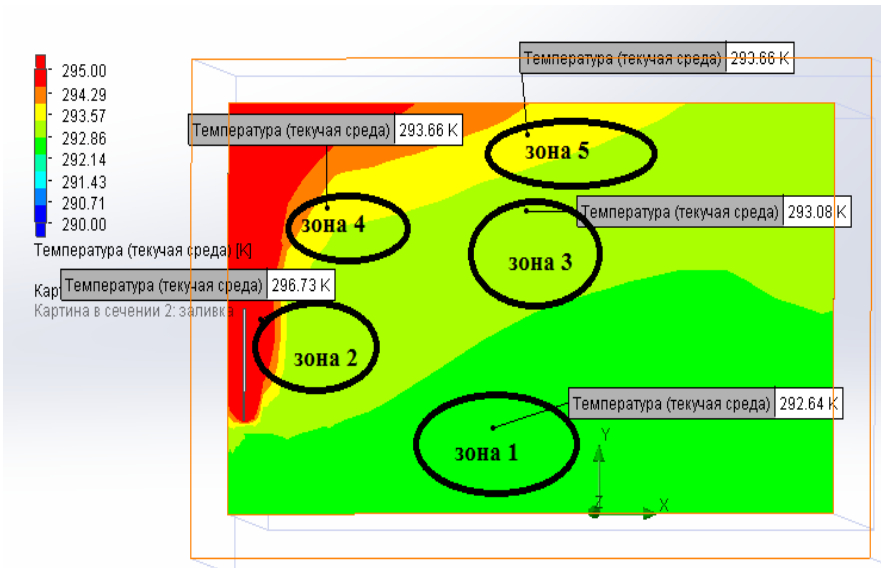


Рисунок 3.38 – Розподіл температури повітря в приміщенні в результаті моделювання

На рисунках 3.37 та 3.38 було виділено 5 зон і визначена похибка моделювання для кожної зони, яка наведена в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 – Похибка моделювання

	Результат моделювання, ⁰ С	Результат досліду, ⁰ С	Похибка,%
Зона 1	21,5	19,4	9,76
Зона 2	22	23,4	7
Зона 3	22	20	9,1
Зона 4	21,5	20,3	5,6
Зона 5	22,5	20,3	5,3

Як видно з результатів, наведених в таблиці похибка моделювання в кожній із зон не перевищує 10 %. Це говорить про те що моделювання можна за приймати як за дійсні значення для решти приміщень, при цьому враховувати дану похибку. Дана похибка пояснюється низьким рівнем розрахунку(рівень точності 3). Але збільшити рівень точності не є можливим, бо це пов'язано з низькою потужністю обладнання, на якому проводився розрахунок.

Тож для повного співпадіння результатів моделювання та реального експерименту необхідно проводити моделювання на більш потужному обладнанні та з вищим рівнем точності.

3.5 Висновки до розділу 3

В результаті моделювання роботи керамічного електронагрівача було отримано температурні поля, теплові потоки та розподіл швидкості повітря. Отриманий температурний розподіл по керамічній плити був порівняний з максимальною температурою, яка наведена в технічних характеристиках керамічного електронагрівача і становить 80 ⁰С. Похибка даного моделювання становить 6,9 %, що не перевищує перевищує допустимі 10 %

Було проведено розрахунок розподілу температур в приміщеннях які нагріватимуться керамічними нагрівачами. З результатом моделювання приміщення 7 було проведено порівняння з реальним дослідом для такого ж приміщення, де було виділено 5 зон для порівняння в кожному з них і де похибка в жодному не становила 10 %.

4 РОЗРОБКА СТАРТАП ПРОЕКТУ

4.1. Загальні положення ідеї стартап – проекту

Стартап як форма малого ризикового підприємництва впродовж останнього десятиліття набула широкого розповсюдження у світі через зниження бар'єрів входу в ринок. Із появою Інтернету як інструменту комунікацій та збуту стало простіше знаходити споживачів та інвесторів, займатись пошуком ресурсів, перетинати кордони між ринками різних країн. Такий підхід вважається однією із наріжних складових інноваційної економіки, оскільки за рахунок мобільності, гнучкості та великої кількості стартап - проектів загальна маса інноваційних ідей зростає.

Проте, створення та ринкове впровадження стартап - проектів відзначається підвищеною мірою ризику, ринково успішними стає лише невелика частка, що за різними оцінками складає від 10% до 20%. Ідея стартап - проекту не може бути взята окремо. Головним завданням керівника проекту на початковому етапі його існування є перетворення ідеї проекту у працюючу бізнес - модель, що починається із формування концепції товару (послуги) для визначеної клієнтської групи за наявних ринкових умов.

Розроблення та виведення стартап - проекту на ринок передбачає здійснення низки кроків, в межах яких визначають ринкові перспективи проекту, графік та принципи організації виробництва, фінансовий аналіз та аналіз ризиків і заходи з просування пропозиції для інвесторів. Етапи розроблення стартап - проекту доцільно подати як узагальнену послідовність певних кроків.

4.2. Резюме проекту

Запропоновано створити організацію для проектування та монтажу системи електричного опалення з використанням керамічних електронагрівачів. Така система опалення може бути вигідною за певних умов. Наприклад, використовуючи дану систему в котеджному будинку житловою площею до 400 м², буде вигідніше, ніж з використанням газового чи твердопаливного котла з водяною системою опалення[11].

Для виготовлення панелей застосовують екологічно безпечні матеріали і спеціальні жароміцні матеріали, що гарантує безпеку, а сам нагрівальний елемент надійно захищений.

Крім того керамічні нагрівачі можна використовувати для обігріву житла, садочків, шкіл, лікарень, офісів, магазинів та інших приміщень. Вони не спалюють кисень, не висушують повітря, не виділяють хімічних сполук чи неприємних запахів й абсолютно безшумні. Оригінальний дизайн керамічних обігрівачів вдало доповнить інтер'єр будь-якого стилю і навіть може стати родзинкою дизайну.

Крім того, електропанелі продукують цілющий сухе тепло, яке благотворно впливає на весь організм. Завдяки натуральному каменю (кераміці) під час обігріву відбувається своєрідна стоунтерапія, що сприяє покращенню імунітету, профілактиці різноманітних захворювань та допомагає боротися зі стресом.

4.3 Види та спрямованість проекту

4.3.1 Вид проекту

Вид проекту – це проектно-монтажна робота. Проводяться розрахунки для систем опалення, підбір та монтаж опалення.

4.3.2 Спрямованість проекту

Проект спрямований на зменшення використання природного газу в країні, оскільки даний носій в Україну поступає в менших кількостях і його не вистачає для нашої держави.

4.4 Аналіз ідеї проекту

В таблиці 4.1 – аналіз ідеї проекту, наведено основні ідеї та напрямки, а також вигода для користувача.

Сучасні керамічні обігрівачі можуть бути різної форми і розмірів. Вони лаконічно доповняють будь-який інтер'єр: ненав'язливо підкресляють строгість робочого кабінету і наситять м'яким теплом дитячу кімнату, обігріють кухню і велика складське приміщення. Установка устаткування не вимагає копіткої праці або спеціальних навичок. Монтувати обігрівач можна навіть на терасах кафе, відкритих павільйонах, оскільки тепло не поширюється з повітряними масами, а безпосередньо огортає об'єкт в зоні дії.

Керамічні нагрівальні інфрачервоні панелі чудове рішення для опалювання приміщень, вони поєднали в собі усі плюси конвекторів і інфрачервоних нагрівачів. Їх унікальність в тому, що лицьова сторона віддає тепло інфрачервоним випромінюванням, а тильна нагріває повітря за рахунок конвекції. Завдяки цьому будь-яке холодне

приміщення дуже швидко прогріється. Такі нагрівачі споживають мало електроенергії, адже за рахунок керамічної панелі збільшується тепловіддача. Для ще більшої економії на керамічні електропанелі встановлюють терморегулятор, за допомогою якого можна автоматично управляти всією системою електроопалення. Налаштувавши задану температуру, він вмикатиме обігрівачі лише тоді, коли це необхідно.

Таблиця 4.1 – Аналіз ідеї проекту

Зміст ідеї	Напрямки застосування	Вигоди для користувача
<p>Запропоновано створити організацію для проектування та монтажу системи електричного опалення з використанням керамічних електронагрівачів.</p> <p>Керамічні нагрівачі можна використовувати для обігріву житла, садочків, шкіл, лікарень, офісів, магазинів та інших приміщень.</p> <p>Вони не спалюють кисень, не висушують повітря, не виділяють хімічних сполук чи неприємних запахів й абсолютно безшумні.</p>	1. Заклади готельно-ресторанного господарства	Економія енергоресурсів, економія коштів, які витрачаються для газового котла з водяною системою опалення.
	2. Фізичні особи-підприємці	Економія енергоресурсів, економія коштів, які витрачаються для газового котла з водяною системою опалення.
	3. Опалення житлових будинків	Економія енергоресурсів, економія коштів, які витрачаються для газового котла з водяною системою опалення.

Для виготовлення панелей застосовують екологічно безпечні матеріали і спеціальні жароміцні матеріали, що гарантує безпеку, а сам нагрівальний елемент надійно захищений. Керамічні нагрівачі можна використовувати для обігріву житла, садочків, шкіл, лікарень, офісів, магазинів та інших приміщень. Вони не спалюють кисень, не висушують повітря, не виділяють хімічних сполук чи неприємних запахів й абсолютно безшумні. Оригінальний дизайн керамічних обігрівачів вдало доповнить інтер'єр будь-якого стилю і навіть може стати родзинкою дизайну.

Крім того, електропанелі продукують цілющий сухе тепло, яке благотворно впливає на весь організм. Завдяки натуральному каменю (кераміці) під час обігріву відбувається своєрідна стоунтерапія, що сприяє покращенню імунітету, профілактиці різноманітних захворювань та допомагає боротися зі стресом.

Технічні характеристики керамічних електронагрівачів наведені в таблиці 4.2

Таблиця 4.2 – Технічні характеристики LIFEX

Параметр	КОП450	КОП900	ТКП-700	ПКП-800
	1	2	3	4
Номінальна споживана потужність,Вт	450	850	700	800
Напруга, В	220	220	220	220
Частота струму, Гц	50	50	50	50
Розмір, мм	600х600х50	1200х600х50	600х600х50	600х600х50
Вага, кг	12	21	16	18
Робоча температура, °С	до 80	до 80	до 80	до 80
Час виходу на режим, хв	до 30	до 30	до 30	до 30
Площа плити,м ²	0,36	0,72	0,36	0,36
Об'єм обслуговуваного приміщення,м ³	до 25	до 50	до 35	до 50
Спосіб установки	настінний	настінний	настінний	настінний
Тип дії	ІЧ- конвекційний	ІЧ- конвекційний	ІЧ- конвекційний	ІЧ- конвекційний
Матеріал корпусу	кераміка/сталь	кераміка/сталь	кераміка/сталь	кераміка/сталь
Колір	білий/бежевий/ чорний	білий/бежевий/ чорний	білий/бежевий/ чорний	білий/бежевий/ чорний

4.5 Визначення характеристик ідеї проекту

В таблиці 4.3 – характеристики ідеї проекту, наведено сильні та слабкі сторони у порівнянні з найближчими конкурентами.

Таблиця 4.3 – Характеристики ідеї проекту

Техніко-економічні характеристики ідеї	(Потенційні) товари/концепції конкурентів				W (слабка сторона)	N (нейтральна сторона)	S (сильна сторона)
	Мій проект	Конкурент 1	Конкурент 2	Конкурент 3			
Відповідність РК вимогам законодавства України	Так	Так	Так	Так		+	
Точність розрахунку	±10%	±15%	±15%	±12%			+
Тривалість виконання розрахунку, роб.днів	30	35	35	40			+
Необхідність візуального огляду за місцем	так	так	ні	так		+	
Вартість ліценції на використання РК	Помірна	Середня	Висока	Висока			+
Вартість розрахунку	Висока	Помірна	Середня	Низька	+		
Візуалізація результатів	3D	3D, таблиці, графіки	3D, таблиці	Графіки	+		
Можливість експорту (імпорту) моделі в інші розрахункові коди	Так	Ні	Частково	Ні			+

4.6 Технологічний аудит ідеї проекту

Проводиться аудит технології, за допомогою якої можна реалізувати ідею проекту (технології створення товару, надання послуги).

Визначення технологічної здійсненності ідеї проекту передбачає аналіз таких складових (таблиця 4.4):

- за якою технологією буде виготовлено товар згідно ідеї проекту?
- чи існують такі технології, чи їх потрібно розробити/доробити?
- чи доступні такі технології авторам проекту?

Таблиця 4.4 – Технологічний аудит ідеї проекту

Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
Створити організацію для проектування та монтажу системи електричного опалення з використанням керамічних електронагрівачів.	Залучення власних та чужих інвестицій	Наявна	Доступна авторами проекту

Висновок щодо науково-технічного рівня ідеї (необхідне підкреслити):

- немає аналогів в світі або краща за існуючі в світі аналоги;
- на рівні кращих світових аналогів;
- немає аналогів в Україні;
- краща за існуючі в Україні аналоги за основними показниками;
- перевищує існуючі в Україні аналогічні розробки за окремими показниками.

4.6.1 Характеристика потенційних споживачів

Визначається характеристика потенційного споживача проекту показана в таблиці 4.5

Таблиця 4.5 – Характеристика потенційного споживача

Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія	Особливості поведінки споживачів	Вимоги споживачів до товару
Потреба в економії енергоресурсів	Власники дач, маєтків, готельно-ресторанний бізнес, підприємці.	Споживачі зацікавлені економити власні кошти.	Екологічність, дешевизна, висока якість.

4.6.2 SWOT-аналіз проекту

Перелік сильних та слабких сторін проекту наведений в таблиці 4.6.

Таблиця 4.6 – Аналіз сильних та слабких сторін проекту

Сильні сторони (S): Доступність матеріалів, економія енергоресурсів, висока якість продукції	Слабкі сторони (W): Пошук споживачів продукції.
Можливості (O): Удосконалення способів, розширення ринку	Загрози (T): Наявність ринку

4.6.3 Оцінка ризиків проекту

На основі проведеного SWOT-аналізу виділяються найзагрозливіші (не більше 5-ти), якими необхідно управляти для того, щоб реалізація проекту стала можливою. Експертним шляхом визначаються параметри ризику показані в таблиці 4.7

Таблиця 4.7 – Оцінка ризиків проекту

Найменування ризику	Міра ризику	Рівень ризику	Метод мінімізації
Наявність ринку	висока	високий	Виділення коштів на рекламу
Тепла зима	середня	середня	Пошук інших ринків

4.6.4 Розрахунок загальних початкових інвестиційних витрат

Визначаються першочергові витрати, необхідні для запуску проекту – ті, що передують основній діяльності та мають бути понесені для її реалізації і наведені в таблиці 4.8.

Таблиця 4.8 – Планування проекту

Назва етапу	Строки виконання	Обсяги фінансування, тис. грн.
Придбання устаткування	1 тиждень	450
Пусконаладжувальні роботи	3 тижня	30
Витрати на управління	2 тижня	10
Інші витрати	1 тиждень	5
Разом	2 місяці	495

4.7 Порівняльна характеристика системи опалення керамічних електронагрівачів та газового котла з водяною системою опалення

Розрахуємо термін окупності для системи опалення від керамічних електронагрівачів.

Під терміном окупності розуміють період часу, необхідний для того щоб доходи від реалізованого проекту покрили капітальні втрати від його реалізації.

В загальному випадку термін окупності, років розраховується за такою формулою[10]:

$$\tau = \frac{K}{P - K_{nf}}, \quad (4.1)$$

де K - загальні капіталовкладення на реалізацію проекту, включають в себе вартість обладнання та вартість його монтажу;

P - величина прогнозованого доходу за рік отриманого в результаті реалізації проекту;

K_{nf} - річні витрати на поточний ремонт та експлуатацію системи,

$$K_{nf} = K \cdot 0,01, \text{ грн} \quad (4.2)$$

4.7.1 Складаємо кошторис капітальних вкладень:

В таблиці 4.9 наведені всі капітальні вкладення на встановлення керамічних електронагрівачів у котеджному будинку.

Таблиця 4.9 – Капітальні вкладення

Найменування	Кількість	Вартість одиниці, грн	Загальна вартість, грн
Керамічний електронагрівач КОП450	6	1090	6540
Керамічний електронагрівач КОП900	7	2190	15330
Автоматичний регулятор	1	963	963
Монтаж системи	1	1500	1500
Удосконалення електромережі	1	4000	4000
Всього:			28333

Річні витрати на поточний ремонт складають:

$$K_{fn} = 50343 \cdot 0,01 = 503,43 \text{ грн.}$$

4.7.2 Розрахунок витрат роботи системи:

Для початку треба розрахувати кількість електроенергії, яку виробляють керамічні електронагрівачі:

$$N = Q_o^{cp} = 2998,89 \text{ Вт.} \quad (4.3)$$

Далі розраховуємо вартість електроенергії, грн яка буде спожита за один опалювальний сезон за наступною формулою[12] (в кожному будинку встановлено двотарифний лічильник):

$$K_E = Q_o^{pic} \cdot \frac{1}{3600 \cdot 10^3} \left(\frac{2}{3} C_E + \frac{1}{3} 0,5 C_E \right), \quad (4.4)$$

де C_E – ціна на електроенергію що становить 0,9 грн/КВтгод.

$$K_E = 4,845 \cdot 10^7 \cdot \frac{1}{3600 \cdot 10^3} \left(\frac{2}{3} 0,9 + \frac{1}{3} 0,5 \cdot 0,9 \right) = 10093,75 \text{ грн}$$

Визначимо дохід, отриманий в результаті впровадження даної системи тепlopостачання в порівнянні з тепlopостачанням від газового котла з водяною системою тепlopостачання.

Необхідно визначити кількість природного газу, м³/рік спожитого за опалювальний сезон:

$$B = \frac{Q_o^{pic}}{\eta_K Q_H^p}, \quad (4.6)$$

де η_K - коефіцієнт корисної дії газового котла, $\eta_K = 0,92$.

$$B = \frac{4,845 \cdot 10^{10}}{0,92 \cdot 31,8 \cdot 10^6} = 1797,5 \frac{\text{м}^3}{\text{рік}}$$

Звідси вартість природного газу, грн/рік

$$K_{пг} = B \cdot C_{пг}, \quad (4.7)$$

де $C_{пг}$ – ціна на природний газ що становить 6,95 грн/ м³[13].

$$K_{пг} = 1721,1 \cdot 6,95 = 12492,37 \text{ грн}$$

Отже економія від використання керамічних нагрівачів порівняно з газовим котлом і водяною системою опалення буде становити :

$$P = K_{III} - K_E = 12492,37 - 10093,75 = 2398,62 \text{ грн}$$

4.7.3 Розрахунок терміну окупності

Визначаємо термін окупності системи без врахування капітальних ремонтів:

$$\tau = \frac{28333}{2398,62 - 283} = 13,4 \text{ років.}$$

Термін окупності системи опалення з використанням керамічних електронагрівачів склав 13,4 років. Система вважається рентабельною, якщо її термін окупності менше 15 років. Однак в умовах постійного збільшення цін на природний газ в процесі експлуатації термін окупності буде знижуватись.

В таблиці 4.10 наведено характеристики систем опалення від керамічних електронагрівачів та від газового котла з водяною системою опалення

Таблиця 4.10 – Характеристика систем опалення від керамічних електронагрівачів та від газового котла з водяною системою опалення

Вид опалення	Газовий котел	Електронагрівач
Вартість обладнання, грн	105021	22833
Вартість енергоресурсів, грн	12492,37	1093,75
ККД, %	92	100
Окреме приміщення	Необхідне	Ні
Будівельно-монтажні та пусконаладжувальні роботи, грн	6800	1500
Газова та пожежна безпека	Необхідні затрати	Ні
Облаштування спецвентіляції і димоходів	Так	Ні
Використовувати як кондиціонер для охолодження будинку	Неможливо	Неможливо
Безпека	Вибухо-пожежонебезпечно	Безпечно

4.8 Висновки

З проведеного вище опису і аналізу даної системи опалення з використанням керамічних електронагрівачів можна зробити наступні висновки:

В даного проекту є можливість комерціалізації проекту, оскільки наявний попит, динаміка ринку, рентабельність роботи на ринку. Вагомою перевагою такої системи є невисока вартість, порівняно з аналогами, а також доступність на ринку та простота використання, що є дуже важливими факторами на сьогоднішній день. Також є перспективи впровадження з огляду на потенційні групи клієнтів, бар'єри входження, стан конкуренції, конкурентоспроможність проекту.

Термін окупності даної системи став 13,4 роки. Крім того, дана система є дешевшою ніж газовий котел з водяною системою опалення в 5 разів за вартістю лише обладнання.

Як видно з даних, наведених в таблиці 4.10 вартість самого котла з водяною системою опалення є дорожчим у 5 разів, монтаж коштує в 4,5 разів більше, також необхідно виділяти окреме приміщення для котельного обладнання, а також отримати дозвіл на його встановлення(тобто забезпечити пожежну безпеку).

5 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

Наука про охорону праці тісно пов'язана з іншими науками. Вона широко використовує найновіші досягнення науки і техніки, базується на теоретичних розробках з фізики, хімії, математики, електроніки, медицини, економіки тощо. Для визначення науковій основі методів і шляхів поліпшення та оздоровлення умов праці на виробництві, забезпечення правильного ритму праці, режиму праці і відпочинку, необхідно враховувати вимоги психології й фізіології праці людини (вивчення працездатності людини, пов'язаної з втомою, нервовою напругою, монотонністю праці).

Перші відомості з охорони праці, що стосуються режиму праці, відпочинку, харчування містяться в законодавствах Індії та Китаю в 4 тисячолітті до нашої ери. Пізніше в працях Стародавньої Греції та Риму Гіпократ, Плінія, Галена з'являються відомості про професійні захворювання. Систематизація питань, пов'язаних з професійними захворюваннями міститься в роботах Рамацини (17 ст.). В Росії в 1725 році законодавчим шляхом встановлюється тривалість робочого часу. Про організацію праці та відпочинку писав Ломоносов. Його роботи стали основою розвитку вентиляції в підземних шахтах. В 1822 р. в Росії вперше вводять „Правила для ведення гірських робіт“, які мають законодавчий характер.

В кінці 19 ст. суттєвий розвиток отримала гігієна праці (Нікольський, Ерісман, Сеченов, Павлов). В 1903 році вводять закон про обов'язкову реєстрацію нещасних випадків. У 1911 році вийшов закон про страхування за рахунок внесків, як робочих, так і підприємців.

В 1919 році створена міжнародна організація праці, яка прийняла більше ніж 50 нормативних актів з покращення умов праці: конвенції та рекомендації з грошової компенсації внаслідок нещасних випадків, медичним оглядам, регламентації робочого часу, захисту від дії шкідливих факторів і т.д.

На початку минулого століття техніки безпеки, виробничої санітарії і пожежної безпеки можна було досягти завдяки порівняно простим технічним заходам і засобам. Раніше в процесі виробництва використовувалася сировина з відомими токсичними й пожежонебезпечними властивостями; технологічне обладнання, машини та інструменти були нескладними, а виробничі будівлі за площею та об'ємом були невеликими.

У другій половині XX ст. докорінно змінилися продуктивні сили, розширилося виробництво, виникли нові галузі промисловості. Людина оволоділа атомною енергією, залучила в процес своєї діяльності всі оболонки Землі і навіть вийшла в космос.

У сучасному техногенному середовищі широко використовуються нафта й газ як первинні енергоджерела, технологічні процеси з підвищеними параметрами тиску, високих і низьких температур, що не могло не призвести до появи критичних рівнів впливу шкідливих і небезпечних виробничих чинників, загострюючи проблему захисту від них. Енергетична потужність машин, висока швидкість їх робочих органів та миттєве сприймання інформації висувають підвищені вимоги до психічних, емоційних, розумових та енергетичних можливостей організму людини.

Останнім часом збільшилися площі промислових підприємств, зросла фізична, хімічна, біологічна дія засобів праці на організм людини, однак щодо технічної та пожежної безпеки сучасні технологічні процеси дуже часто проектуються без урахування цих змін.

За таких умов дія шкідливих та небезпечних виробничих чинників посилюється в багато разів, що створює небезпечні умови праці, а інколи й аварійні ситуації. Якщо раніше проблеми охорони праці можна було вирішувати в процесі виробництва, то нині навіть незначні прорахунки з безпеки праці, допущені на стадії проектування, призводять до надзвичайних ситуацій, людських жертв та великих матеріальних збитків.

Внаслідок зазначених причин заходи з охорони праці необхідно планувати одночасно з розробкою нових технологічних процесів, нових машин та проектуванням нових будівель і споруд.

На початковому етапі розвитку охорони праці захист організму працюючої людини вирішувався на стадії виробництва.

Із цією метою здійснювався аналіз шкідливих і небезпечних чинників виробництва, які загрожували життю й здоров'ю людей і могли призвести до нещасного випадку. На підставі цих даних розроблялися інженерні рішення щодо захисту працюючих.

З розвитком продуктивних сил та під впливом науково-технічного прогресу цей шлях вирішення проблем охорони праці перестав відповідати нагальним вимогам техносфери. Виникла необхідність у глибокому вивченні біологічної, фізичної і хімічної сутності впливу шкідливих і небезпечних чинників, у прогнозуванні їх виникнення, щоб завчасно на підставі фундаментальних, технічних і медичних наук впроваджувати заходи захисту від них на стадії проектування, конструювання й виробничої експлуатації.

Нині проблеми охорони праці вирішуються на національному рівні в масштабах держави. Основна увага приділяється усуненню шкідливого впливу технологічних процесів на організм людини шляхом оздоровлення умов праці на виробництві.

Для створення безпечних і здорових умов праці велике значення має законодавче регулювання питань охорони праці.

Законодавча охорона праці – це сукупність норм, які передбачають систему заходів, спрямованих безпосередньо на забезпечення безпечних і здорових умов праці, які мають впроваджуватися у виробничу сферу.

Закон України «Про охорону праці» був прийнятий Верховною Радою 14-го жовтня 1992 року, тобто невдовзі після набуття Україною незалежності. В ньому наводяться визначення понять охорони праці, роботодавця, працівника; наголошується, що основними принципами державної політики в галузі охорони праці є пріоритет життя та здоров'я людини перед будь-якими результатами виробничої діяльності, її соціальний захист та відшкодування шкоди, заподіяної здоров'ю, повної відповідальності роботодавця за створення безпечних і здорових умов праці шляхом суцільного контролю та ін. У Законі є, між іншим, статті про охорону праці жінок, неповнолітніх, інвалідів. Якщо на тому чи іншому підприємстві працює 50 і більше осіб, Закон зобов'язує керівництво створювати службу охорони праці (при меншій кількості працюючих цю службу очолює сумісник або сторонній спеціаліст на договірних засадах), ліквідація якої можлива тільки у разі ліквідації підприємства. Для допомоги службі охорони праці може бути створена комісія з питань охорони праці. Відповідно до вимог Закону України «Про охорону праці», Указу Президента та постанови Кабінету Міністрів від 10.10.2001 р. № 1320 було затверджено «Національну програму поліпшення стану безпеки, гігієни праці та виробничого середовища на 2001-2005 роки».

Головною метою Національної програми було створення державної системи управління охороною праці, яка сприятиме вирішенню питань правового, організаційного, матеріально-технічного, наукового та економічного забезпечення робіт у галузі охорони праці. Національна програма передбачає нормативно-правове забезпечення та міжнародне співробітництво.

Для реалізації принципів державної політики в галузі охорони праці при Кабінеті Міністрів було створено Національну раду з питань безпечної життєдіяльності, Фонд соціального страхування від нещасних випадків та інші структури.

Міжнародне співробітництво передбачало вивчення та узагальнення зарубіжного досвіду щодо проблемних питань охорони праці, наприклад, активна участь у діяльності Міжнародної організації праці (МОП).

Охорона праці - це система правових, соціально - економічних, організаційно - технічних, санітарно - гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на збереження здоров'я, життя й працездатності людини в процесі праці.

В питання, що розглядаються охороною праці, входить: безпека праці, попередження травматизму і професійних захворювань, пожеж і вибухів на виробництві, питання правової охорони праці.

Вірогідність нещасних випадків на виробництві в Україні на цьому етапі набагато перевищує ті ж показники в розвинених зарубіжних країнах. У наслідок отримання травми людиною на виробництві знижується продуктивність праці, з'являються додаткові витрати на виплату компенсацій хворим або інвалідам, виникають соціально-економічні і психологічні проблеми як в колективі, так і у окремо взятих людей, пов'язаних з нещасним випадком на виробництві. При чіткому виконанні усіх правил і вимог охорони праці людина може захистити себе від різних виробничих травм, поразок електричним струмом, професійних захворювань.

Основними завданнями охорони праці є: створення безпечних умов праці робочого персоналу, попередження професійних захворювань, виконання контролю за виконанням техніки безпеки на виробництві.

У цьому дипломному проекті розроблена система електричного опалення котеджного будинку з використанням керамічних електронагрівачів.

Правильна організація роботи з охорони праці має першорядне значення для підвищення продуктивності праці, ліквідації причин нещасних випадків, попередження травматизму, загальних і професійних захворювань на виробництві.

5.1. Технічні та організаційні рішення щодо робочих місць в приміщенні

5.1.1 Технічні рішення по запобіганню електротравматизму від дотику до нормальної струмопровідної частини

Тяжкість враження електричним струмом залежить від цілого ряду факторів: значення сили струму, електричного опору тіла людини й тривалості протікання через нього струму, роду й частоти струму, індивідуальних властивостей людини й умов навколишнього середовища.

Основним фактором, що обумовлює той або інший ступінь ураження людини, є сила струму. Найбільша небезпека виникає при безпосередньому проходженні струму через життєво важливі органи людей.

Вплив стану навколишнього середовища враховується класифікацією приміщень і умов праці по небезпеці ураження електричним струмом. Напруги, допустимих дотику і струми, що протікають через тіло людини при нормальному (неаварійному) режимі електроустановки, не повинні перевищувати значень, зазначених у таблиці 5.1 [14]

Таблиця 5.1

Вид струму	$U_{\text{дот}}, \text{В}$	$I_{\text{л}}, \text{мА}$
	не більше	
Змінний, 50 Гц	2,0	0,3
Змінний, 400 Гц	3,0	0,4
Постійний	8,0	1,0

Найпоширенішими технічними засобами захисту є захисне заземлення і занулення. Організаційні й технічні заходи щодо забезпечення електробезпеки полягають, в основному, у відповідному навчанні, інструктажі й допуску до роботи осіб, що пройшли медичний огляд і виконанням ряду технічних заходів при проведенні робіт з електроустаткуванням, дотриманні додаткових вимог при роботах із частинами, що перебувають під напругою.

Зовнішні електропроводки виконані на відстані від підлоги: 2,5 метрів над робочим місцем; 3,5 метрів над проходами; 6 метрів над проїздами.

Струмоведучі частини електроустановок ізольовані, обгороджені й розміщені в місцях недоступних для дотику до них (на недоступній висоті або в металевих шафах). Відстані між огороженнями й струмоведучими частинами 0,35 метра. Застосовуваний тип кабелів - АВВТ. Кабелі прокладаються на кабельних конструкціях і в електрозварних трубах.

Застосування малих напруг по [15]:

- номінальна напруга не більше 42В - для живлення ручного інструмента й місцевого висвітлення;
- напруга 12В - для живлення переносного ручного висвітлення;
- проектом передбачається установка мережі розеток 12В;
- норма опору ізоляції 1 кОм/В;
- застосування подвійної ізоляції: перший рівень - ізоляція корпусу щодо струмоведучих частин, другий рівень - покриття корпусу електроустановок фарбою.

У місцях підвищеної небезпеки ураження електричним струмом проектом передбачене ізолювання робочого місця персоналу шляхом застосування екранів (металеві аркуші, сітки, комбінації аркушів і сіток).

Екран повинен бути електрично-герметичний, а контактуючі поверхні його частин повинні мати антикорозійне покриття й щільно притискатися одне до одного по всій площі.

1. Ізоляція нормально струмопровідних частин, запобігає контакту з струмопровідними частинами. При монтажі системи електропостачання опір ізоляції має бути не нижче 1кОм/В , надалі контролювати щорічно перед кожним опалювальним сезоном. Опір ізоляції не має бути нижче $0,5\text{кОм/В}$. Гранично допустима напруга дотику і струм що проходить через людину при нормальному (неаварійному) режимі роботи електроустановки згідно дорівнюють $U_{\text{пр}}=2\text{В}$, $I_{\text{пр}}=0,3\text{мА}$ (змінний струм).

2. Освітлення приміщення - стельові світильники з лампочками розжарювання, напруга живлення 220В , висота підвісу 3м . Усі кабелі включені в спеціальні короба, які розміщені у верхній частині споруди і надійно закріплені.

3. Застосування засобів орієнтації в електроустановці (маркування і певне забарвлення коробів і дротів).

5.1.2 Технічні рішення по запобіганню електротравм під час переходу напруги на нормально не струмопровідних частин

З метою забезпечення надійної роботи ізоляції виробляється профілактичні дії. Спочатку потрібно виключити механічне ушкодження, вологість, хімічний вплив, запилення. Навіть з нормальними роботами ізоляція постійно втрачає свої первинні якості. Відбувається так званий пробій ізоляції, в слідстві чого виникає коротке замикання, яке може привести до поразки електричним струмом. В цілях захисту людей від поразки електричним струмом при аварійних попаданнях напруги на будь-які струмопровідні частини теплового насоса, застосовується занулення - умисне електричне з'єднання нормально неструмопровідних частин електроустановки із заземленим нульовим дротом.

При пробії фази на корпус електроустановки створюється коротке замикання, що викликає відключення електроустановки.

При пробитті фази на корпус, струм проходить через трансформатор, фазовий дріт, запобіжник корпус електроустановки, нульовий провід.

При короткому замиканні в нульовому дроті виникає небезпека поразки, яка існуватиме до тих пір, поки не станеться виключення пошкодженого устаткування за рахунок згорання запобіжника або виключення апарату. Занулення використовується в трифазних електричних лініях до 1000В з глухо-заземленою нейтраллю.

Оскільки вся мережа трифазна, чотирипровідна із глухозаземленою нейтраллю, то для усунення небезпеки ураження людини струмом, у випадку його дотику до не струмоведучих металевих частин електроустановок, які виявилися під напругою, проектом, як основна міра захисту, передбачене використання занулення металевих корпусів електроустаткування, каркасів, щитів і шаф.

Зазначена мета досягається в результаті швидкого відключення захистом ділянки мережі, на якому відбулося замкнення на корпус. У якості зануляючих проводів використовуються резервні кабелів, вільні проводи. Занулення, як захисна міра застосовується в мережах із глухозаземленою нейтраллю з напругою до 1 кВ. Контроль занулення здійснюється при введенні в експлуатацію електроустановки й періодично 1 раз в 5 років.

Для роботи з електроустаткуванням обслуговуючий персонал забезпечується діелектричними рукавичками, взуттям з гумовою підшоивою, інструментом з ізовольованими ручками, гумові коврики й діелектричні підставки.

5.1.3 Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність

Розрахунок електромережі на вимикаючу здатність включає знаходження величини струму короткого замикання (КЗ) і розрахунок номінального струму спрацювання пристрою максимального струмового захисту.

Вихідні дані для розрахунку:

- $U_{\phi} = 220$ В – фазна напруга;
- Кабель трьохжильний з площею перерізу однієї жили $S_{\phi} = 1,5$ мм², матеріал – алюміній ($\rho = 0,031$ Ом · мм²/м);
- $L = 200$ м – відстань від трансформатора до споживача.

1) Активний опір фазного та нульового проводів відповідно, Ом

$$r_{\text{H}} = r_{\phi} = \frac{\rho \cdot L}{S_{\phi}}; \quad (5.1)$$

$$r_{\text{H}} = r_{\phi} = \frac{0,031 \cdot 200}{1,5} = 4,13 \text{ Ом.}$$

2) Струм однофазного КЗ, А, обчислюється за формулою

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{U_{\phi}}{r_{\phi} + r_{\text{H}} + r_{\text{U}}}, \quad (5.2)$$

де $r_{\text{U}} = 0,3$ Ом - розрахований опір трансформатора потужністю 250 Вт.

Тоді за формулою (5.2)

$$I_{\text{КЗ}} = \frac{220}{4,13 + 4,13 + 0,3} = 25,7 \text{ А.}$$

3) Номінальний струм спрацювання автомату струмового захисту розраховується за формулою

$$I_{\text{ном}} \leq I_{\text{КЗ}} / K, \quad (5.3)$$

де K – необхідна кратність струму КЗ до струму спрацювання автомату струмового захисту.

Тоді за формулою (5.3)

$$I_{\text{ном}} = \frac{25,7}{1,4} = 18,36 \text{ А.}$$

З розрахунків видно, що при однофазному КЗ номінальний струм спрацювання автомату захисту повинен бути менше 18 А (автомати, що використовуються у роботі повинні мати $I_{\text{ном}} = 15 \text{ А}$).

4) При однофазному КЗ нульовий провід і з'єднаний з ним корпус електроустановки за час спрацювання максимального струмового захисту знаходяться під напругою $U_{\text{дот}}$ відносно землі

$$U_{\text{дот}} = I_{\text{КЗ}} \cdot r_{\text{н}} \quad (5.4)$$

Тоді за формулою (5.4)

$$U_{\text{дот}} = 25,7 \cdot 4,13 = 106,1 \text{ В.}$$

Розрахована напруга $U_{\text{дот}} < U_{\text{дот.доп}}$ у відповідності з ГОСТ 12.1.038-88 при $t < 0,2$ с ($U_{\text{дот.доп}} = 250 \text{ В}$).

Відповідно до [17], щоб ця напруга була безпечна для людини, необхідно використовувати автомати максимального струмового захисту у яких час спрацювання менше 0,2 с.

5.1.4 Електрозахисні засоби захисту персоналу при обслуговуванні електрообладнання в приміщенні

При обслуговуванні обслуговуючим персоналом електричних пристроїв, що перебувають під напругою (при неможливості їх знеструмити) - застосовуються засоби захисту від дії електричного струму.

Засоби колективного захисту: екрани; переносні заземлення; огороження.

Засоби індивідуального захисту: діелектричні рукавички, боти, калоші, килими, підставки; монтерський інструмент із ізольованими ручками; оперативні й струмовимірні кліщі, штанги й т.п.

Електрозахисні засоби повинні періодично випробовуватися: придатність електрозахисних засобів підтверджується клеймом.

Норми і терміни електричних випробувань електрозахисних засобів [18]:

- рукавички діелектричні - 1 раз в 6 місяців;
- калоші діелектричні - 1 раз в 12 місяців;
- ізолюючі накладки - 1 раз в 24 місяці.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

5.2.1 Обов'язки та дії населення при НС

У разі виявлення ознак пожежі працівник, який їх помітив, повинен:

- негайно повідомити про це засобами зв'язку органи ДСНС вказати при цьому адресу, кількість поверхів, місце виникнення пожежі, наявність людей, а також своє прізвище;
- повідомити про пожежу керівника, адміністрацію, пожежну охорону підприємства;
- організувати оповіщення людей про пожежу;
- вжити заходів щодо евакуації людей та матеріальних цінностей;
- вжити заходів щодо ліквідації пожежі з використанням наявних засобів.

Керівник та пожежна охорона установи, яким повідомлено про виникнення пожежі, повинні:

- перевірити, чи викликані підрозділ ДСНС та Державна пожежна охорона;
- вимкнути у разі необхідності струмоприймачі та вентиляцію;
- у разі загрози життю людей негайно організувати їх евакуацію та їх рятування, вивести за межі небезпечної зони всіх працівників, які не беруть участь у ліквідації пожежі;
- забезпечити дотримання техніки безпеки працівниками, які беруть участь у ліквідації пожежі;
- організувати зустріч підрозділів ДСНС та Державної пожежної охорони, надати їм допомогу у локалізації та ліквідації пожежі.

5.2.2 Пожежна безпека

У приміщенні передбачені наступні технічні рішення по протипожежному захисту[19]:

- устаткування має засоби пожежогасінні (вогнегасники), до того ж тільки вуглекислотні або порошкові (застосування пінного вогнегасника може призвести до поразки електричним струмом);
- будівельні конструкції будівель мають високу вогнестійкість, що забезпечує нерозповсюдження вогню;

- поширення пожежі обмежують металеві двері.

Можливими причинами пожежі в приміщенні є несправності електроустаткування, коротке замикання в системі електроживлення, а також порушення протипожежного режиму (використання побутових нагрівальних приладів, паління).

Електричні кабелі електроустаткування вибираються по струмовим навантаженням та з використанням важкозаймистої ізоляції $r_{iz} = 1 \text{ кОм/В}$.

Електропроводка має бути прокладена в захисних коробах з матеріалів, що не згорають. У електричних схемах електроустаткування передбачений захист від короткого замикання (автомати струмового захисту). У приміщенні підтримується температура набагато нижче за температуру самозаймання речовин, що знаходяться в даному приміщенні.

Технічні рішення системи протипожежного захисту спрямовані на обмеження поширення пожежі, захист людей (у першу чергу) і матеріальних цінностей.

Приміщення має бути обладнане первинними засобами пожежогасіння (вогнегасник ОП

- порошковий). При пожежі в електроустановках, що знаходяться під напругою (клас пожежі «Е»), рекомендується застосовувати порошки типу СІ, що являють собою зерна силікагелю, насичені галоїдвуглецевими рідинами. Також згідно з ДСТУ 3675-98 використовуються вуглекислотні вогнегасники типу ОУ-8, призначені для гасіння пожежі, що виникла в електроустановках, що знаходяться під напругою (тривалість випуску заряду близько 15 с, довжина струменя 4 м, дозволяють вести гасіння без відключення установки). Кількість, розміщення та умови зберігання вогнегасників мають відповідати нормативним вимогам.

Має бути працездатний пожежний зв'язок і електропожежна сигналізація яка, відповідно до вимог ДБН В.1.1.7–2013 [20], має сповіщати про виникнення пожежі і забезпечувати оперативне керування пожежними командами під час пожежі. Електрична пожежна сигналізація складається з оповіщувачів, встановлених у приміщенні і підключених до прийомної станції з живленням від мережі змінного струму 220 В. Передбачений також протипожежний водопровід. Згідно ДБН В.1.1-7-2013 межа вогнестійкості будинку має складати 0,5 години. Евакуаційним виходом із приміщення є дверний проріз, що веде в коридор, з якого є два виходи з будівлі. В цьому ж коридорі знаходиться пожежний щит, у якому мають бути лопата, сокира, відро, багор.

В архітектурно-планувальних рішеннях будівлі мають передбачаються евакуаційні виходи, в тому числі аварійні. Двері приміщення повинні відкриватися назовні, ширина дверей не менше 0,8 м, висота не менше 2 м, ширина коридору – 2 м.

- передбачено стаціонарне застосування водяного пожежогасіння з пожежними кранами у настінних шафах.

Усі теплопровідні частини теплогенераторної ізолювані.

5.3 Висновки до розділу 5

Були розглянуті заходи, спрямовані на організацію безпечної роботи та відпочинку в будинку.

Розглянуті параметри для необхідного мікроклімату метою збереження здоров'я і забезпечення максимальної продуктивності праці.

Проведені розрахунки стосовно необхідного рівня освітленості в робочій зоні.

У приміщенні передбачена система однобічного природного освітлення через засклений віконний проріз.

Приміщення в похмуру погоду освітлюється за допомогою світлодіодних ламп, змонтованих в алюмінієвому профілі. Передбачені заходи з пожежної безпеки та безпеки в надзвичайних ситуаціях.

ВИСНОВКИ

У магістерській дисертації була розглянута система опалення котеджного будинку з використанням керамічних електронагрівачів. Виконано розрахунок теплових втрат на опалення в котеджному будинку та було виконано підбір обладнання для даної системи опалення. Виконано розрахунок теплових втрат на гаряче водопостачання та було виконано підбір обладнання для даної системи. Було виконано моделювання температурних та теплових потоків керамічного нагрівача та моделювання процесу обігріву приміщень котеджного будинку керамічними нагрівачами.

Актуальність роботи полягає у тому, що нині питання енергоефективності та енергозбереження вважається головним в галузі енергетики. Електричне опалення мають використовувати на меті зменшити використання в природного газу, як енергоносія для опалення, скоротити викиди шкідливих речовин в атмосферу, а також забезпечити надійність, безшумність та безпеку роботи такої системи..

У роботі проведено короткий огляд проблем використання електричного опалення в Україні. Проаналізовано перспективи його впровадження, адже ціни на природний газ постійно підвищуються та й самого природного газу в Україні мало. Це сприятиме зростанню рівня економічної конкурентоспроможності керамічних електронагрівачів порівняно з існуючими джерелами теплоти на природному газі, що приведе до їх широкого впровадження у нашій країні. Використання керамічних електронагрівачів дозволить знизити витрати у житлово-комунальному секторі, підвищити екологічність та знизити обсяги викидів парникових газів у атмосферу, а також витіснити з енергетичного балансу країни значну кількість природного газу, що дозволить зменшити залежність від його постачання.

Задля визначення теоретичних засад ефективного використання системи опалення котеджного будинку з використанням керамічних електронагрівачів. Зроблені наступні висновки:

1. Керамічні панельні обігрівачі опалюють більшу площу, ніж масляні радіатори. При цьому керамічні радіатори споживають набагато менше електроенергії. Якщо брати в порівнянні з масляними аналогами, то рівно на одну третину.
2. Незважаючи на те що керамічні пластини мають значний вагою, але обігрівачі, зроблені з такої плитки набагато легше масляних аналогів. Це дуже важливий факт, так як в великому приміщенні періодично потрібно пересувати обігрівач. З керамічним таку

операцію проводити простіше і легше. Ця перевага і при транспортуванні, наприклад, якщо потрібно вивезти радіатор на дачу.

3. Компактність моделей. З вищесказаного стає зрозумілим, що слідуючи загальному стилю в інтер'єрі, практичніше купувати настінні обігрівачі, в той час як в масляному варіанті такі моделі відсутні. Знову ж ергономічність простору. При наявності керамічного обігрівача не варто замислюватися про те, куди помістити його при теплій температурі за вікном. В крайньому випадку його можна просто повісити на стіну.

4. Безпека агрегату. Це головний критерій, на який звертають увагу покупці. Незалежно від моделі, від конфігурації і конструкції керамічного обігрівача, всі вироби оснащені додатковими функціями захисту, що дають стійку пожежна безпека. Спеціальні системи оберігають конструкцію від перегріву. Основним таким захисним елементом служить термостат. Всі останні моделі таких обігрівачів оснащені пультом дистанційного керування.

5. Будь-яка модель підтримує як мінімум три режими роботи. При цьому будь-яка модифікація виробу працює безшумно. Варто відзначити, що керамічні обігрівачі унікальні в своєму роді вироби, які з абсолютною безпекою можна використовувати в приміщеннях підвищеної вологості.

6. Прилади, як правило, не оснащуються сучасними блоками управління. Це теж навряд чи можна сприймати, як серйозний «мінус», так як вони легко інтегруються з більшістю сучасних виносних термостатів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Керамічний нагрівач – загальні характеристики: Сайт з Інтернету <https://7-vz.com/ua/category/keramicheskie/>
2. Керамические обогреватели для дома энергосберегающие: Сайт з Інтернету <https://otoplenie-expert.com/elektricheskie-obogrevateli/keramicheskie-obogrevateli-dlya-doma-energoberegayushchie.html>
3. Методичні вказівки для проведення практичних занять, виконання курсової роботи та самостійної роботи з дисципліни «Тепломасообмін» / Харк. нац. акад. міськ. госп-ва; уклад.: О. В. Ромашко, І. Є. Березняк. – Х.: ХНАМГ, 2012. – 52 с.
4. ДСТУ-Н Б В.1.1 –27:2010. Захист від небезпечних геологічних процесів, шкідливих експлуатаційних впливів, від пожежі. Будівельна кліматологія. – Чинний від 2011 – 11 – 01. Київ: Мінрегіонбуд України, 2011. – 123 с.
5. Боженко М.Ф. Джерела теплопостачання та споживачі теплоти: Навч. посіб. / Боженко М.Ф., Сало В.П. – Київ: ІВЦ «Видавництво «Політехніка», 2004. – 192 с.
6. Технічний паспорт інфрачервоного керамічного конвектора LIFEX. – 3 ст.
7. Расчет водонагревателя (бойлера): Сайт з Інтернету <http://akrosystems.ru/info/vodonagrevateli/podbor-vodonagrevatelya>
8. Каталог продукції Gorenje «Инженерные решения 2012», Київ – 242с.
9. Нагреватели в системах отопления: Сайт з Інтернету <http://time-nn.ru/sovety/nagrevateli/nagrevateli-v-sistemakh-otopleniya>
10. Методическое пособие для дипломного проектирования «Расчет системы автономного энергоснабжения»: Бекиров Э. А., Воскресенская С. Н., Химич А. П. – Симферополь: НАПКС, 2010 г.
11. Ланцов А. Енергозбереження у вашому помешканні / Ланцов А – Ринок інсталяцій. Теплотехніка, сантехніка, газопостачання. - 2006. - №11. –С. 22.
12. Постанова Національної комісії, що здійснює державне регулювання у сферах енергетики та комунальних послуг, [від 26.02.2015 № 220](#).
13. Постанова Кабінету Міністрів України від 22.03.2017 № 187 «Про затвердження Положення про покладення спеціальних обов’язків на суб’єктів ринку природного газу для забезпечення загальносуспільних інтересів у процесі функціонування ринку природного газу»
14. ДСТ 12.0.003-13. Небезпечні і шкідливі виробничі фактори.– Класифікація М., 1980. – 116 с.

15. ДСН 3.3.6.042-13. Державні санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень – К., 1999. – 98 с.
16. ДБН В 2.5.28-2013. Державні будівельні норми. Природне та штучне освітлення – К., 2006. – 61 с.
17. ДСН 3.3.6.096-2013. Державні санітарні норми і правила при роботі з джерелами електромагнітних полів – К., 2002. – 43 с.
18. ПУЕ 01.01.2013. Правила улаштування електроустановок. Розділ 1. Загальні правила. Глава 1.7. Заземлення і захисні заходи електробезпеки – К., 2006. – 52 с.
19. НПАОП 40.1-1.07-01. Правила експлуатації електрозахисних засобів – К., 2001. – 41 с.
20. ДБН В.1.1.7–2013. Пожежна безпека об'єктів будівництва – К., 2002. – 37 с.

ДОДАТОК А ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ на науково-дослідну роботу
«Опалення котеджного будинку з використанням керамічних електронагрівачів»

1. Термін виконання роботи

Початок – 1.09.2016 р.

Закінчення – 12.05.2018 р.

2. Обґрунтування для виконання роботи

Електричне опалення будинку - це доступна альтернатива газу, паровому та пічному опаленню. Встановивши індивідуальне електроопалення ми отримаємо надійну систему обігріву, комфорт і затишок у своїй оселі. Також вибір керамічних електронагрівачів, як опалювального приладу дає відчутну економію в порівнянні з газовим опаленням за вартістю його використання приблизно на 15 % за опалювальний сезон. Вибір електронагрівачів можна пояснити також тим, що газ проведений не у всі населенні пункти України. До того ж керамічні нагрівачі у кілька разів дешевші в порівнянні з газовим котлом з водяною системою опалення.

3. Мета роботи

Визначення ефективності керамічних електронагрівачів, як опалювальний прилад. Порівняти газове опалення з використанням газового котла з водяною системою опалення і електричне опалення з використанням керамічних електронагрівачів в плані економії.

4. Зміст основних етапів виконання роботи

- 1) Аналіз літературних джерел з використанням керамічних електронагрівачів, як опалювальних приладів.
- 2) Розрахунок теплових втрат котеджного будинку.
- 3) Розрахунки керамічних електронагрівачів.
- 4) Перехід опалення з газового на електричне.
- 5) Підбір обладнання.
- 6) Математичне моделювання температурних полів керамічних електронагрівачів.
- 7) Розробка старттап-проекту для керамічних електронагрівачів.
- 8) Охорона праці.

**ДОДАТОК Б АКТ ВПРОВАДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ МАГІСТЕРСЬКОЇ
ДИСЕРТАЦІЇ**

ДОДАТОК В

СПИСОК НАУКОВИХ ПРАЦЬ Кошмака Олександра Руслановича.

№ п/п	Найменування праць	Руко- писні або друко- вані	Назва видавництва, журналу (номер, рік) або номер авторського свідоцтва, номер диплома на винахід	Кіль- кість друко- ваних аркушів або сторіно к разом	Прізвища співавторів праць
1	2	3	4	5	6
1.	До питання про вибір керамічних нагрівачів	Друк.	XV міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики». Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 25-28 квітня 2017 р. у 2 томах. – Т.1.- С.140	1 стор.	Камаєв Ю.М.
2.	Принципи зменшення втрат ексергії в системах теплопостачання	Друк.	XV міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів, студентів «Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики». Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 25-28 квітня 2017 р.	1 стор.	Куделя П.П.

1	2	3	4	5	6
3.	Головні особливості опалення котеджного будинку керамічними електронагрівачами	Друк.	<p>XVI міжнародна науково-практична конференція аспірантів, магістрантів, студентів</p> <p>«Сучасні проблеми наукового забезпечення енергетики».</p> <p>Тези доповідей міжнародної науково-практичної конференції аспірантів, магістрантів і студентів, м. Київ, 25-28 квітня 2017 р</p>	1 стор.	Варламов Г. Б.

Список наукових праць Кошмака О.Р.: усього 3 найменування, з них по темі магістерської дисертації 2 найменування, список наведений на 2 сторінках.

Автор Кошмак О.Р

ДОДАТОК Г

ПЕРЕВІРКА МАГІСТЕРСЬКОЇ ДИСЕРТАЦІЇ НА ПЛАГІАТ



2 ТЕПЛОВИЙ Р...

Завантажено: 05/11/2018

Перевірено: 05/11/2018

Інтернет + Бібліотека

85.73% Оригінальність	14.27% Схожість	183 Джерела
-----------------------	-----------------	-------------

Додаток А

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан теплоенергетичного
факультету КПІ
ім. Ігоря Сікорського

_____ Є.М. Письменний

«___» _____ 20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. директора ННЦ
«ЕКОТЕЗ»
КПІ ім. Ігоря Сікорського

_____ К.О. Романова

«___» _____ 20__ р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на науково-дослідну роботу

«Опалення котеджного будинку з використанням керамічних електронагрівачів»

1. Термін виконання роботи

Початок – 1.09.2016 р.

Закінчення – 12.05.2018 р.

2. Обґрунтування для виконання роботи

Електричне опалення будинку - це доступна альтернатива газу, паровому та пічному опаленню. Встановивши індивідуальне електроопалення ми отримаємо надійну систему обігріву, комфорт і затишок у своїй оселі. Також вибір керамічних електронагрівачів, як опалювального приладу дає відчутну економію в порівнянні з газовим опаленням за вартістю його використання приблизно на 15 % за опалювальний сезон. Вибір електронагрівачів можна пояснити також тим, що газ проведений не у всі населенні пункти України. До того ж керамічні нагрівачі у кілька разів дешевші в порівнянні з газовим котлом з водяною системою опалення.

3. Мета роботи

Визначення ефективності керамічних електронагрівачів, як опалювальний прилад. Порівняти газове опалення з використанням газового котла з водяною системою опалення і електричне опалення з використанням керамічних електронагрівачів в плані економії.

4. Зміст основних етапів виконання роботи

- 1) Аналіз літературних джерел з використанням керамічних електронагрівачів, як опалювальних приладів.
- 2) Розрахунок теплових втрат котеджного будинку.
- 3) Розрахунки керамічних електронагрівачів.
- 4) Перехід опалення з газового на електричне.

5) Підбір обладнання.

6) Математичне моделювання температурних полів керамічних електронагрівачів.

7) Розробка старттап-проекту для керамічних електронагрівачів.

8) Охорона праці.

5. Матеріали, що подаються після закінчення роботи

5.1. Магістерська дисертація.

5.2. Презентація.

5.3. Довідка про впровадження результатів.

6. Порядок розгляду і приймання роботи

Результати роботи розглядаються на засіданні ЕК із захисту атестаційних робіт освітнього ступеня «магістр» за спеціальністю 144 «Теплоенергетика», спеціалізацією «Промислова та муніципальна теплоенергетика і енергозбереження».

Керівник роботи

_____ проф. Г.Б. Варламов
(підпис) (посада, ініціали, прізвище)

«____» _____ 20__ р.

Виконавець

Студент гр. ТП-61м,
ТЕФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського

_____ О.Р. Кошмак
(підпис) (ініціали, прізвище)
«____» _____ 20__ р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

В.о. декана факультету

«ЕКОТЕХ»

КІП ім. Миколи Савченка

К.О. Романюк



2022 р.

АКТ ВІПРОВАДЖЕННЯ

Результатів магістерської дисертації на здобуття ступеня магістра

студента Кошмака О. Р.

завідувач магістерської дисертації студента кафедри ТНП, ТЕФ, КІП ім. І. І. Кошмака Олександра Руслановича, упродовження в науково-дослідницькому центрі «Екотехнології та технології енергозбереження» в частині екологічності та економічності ефективності роботи керівничих заходів в системах опалення котельних будинків.